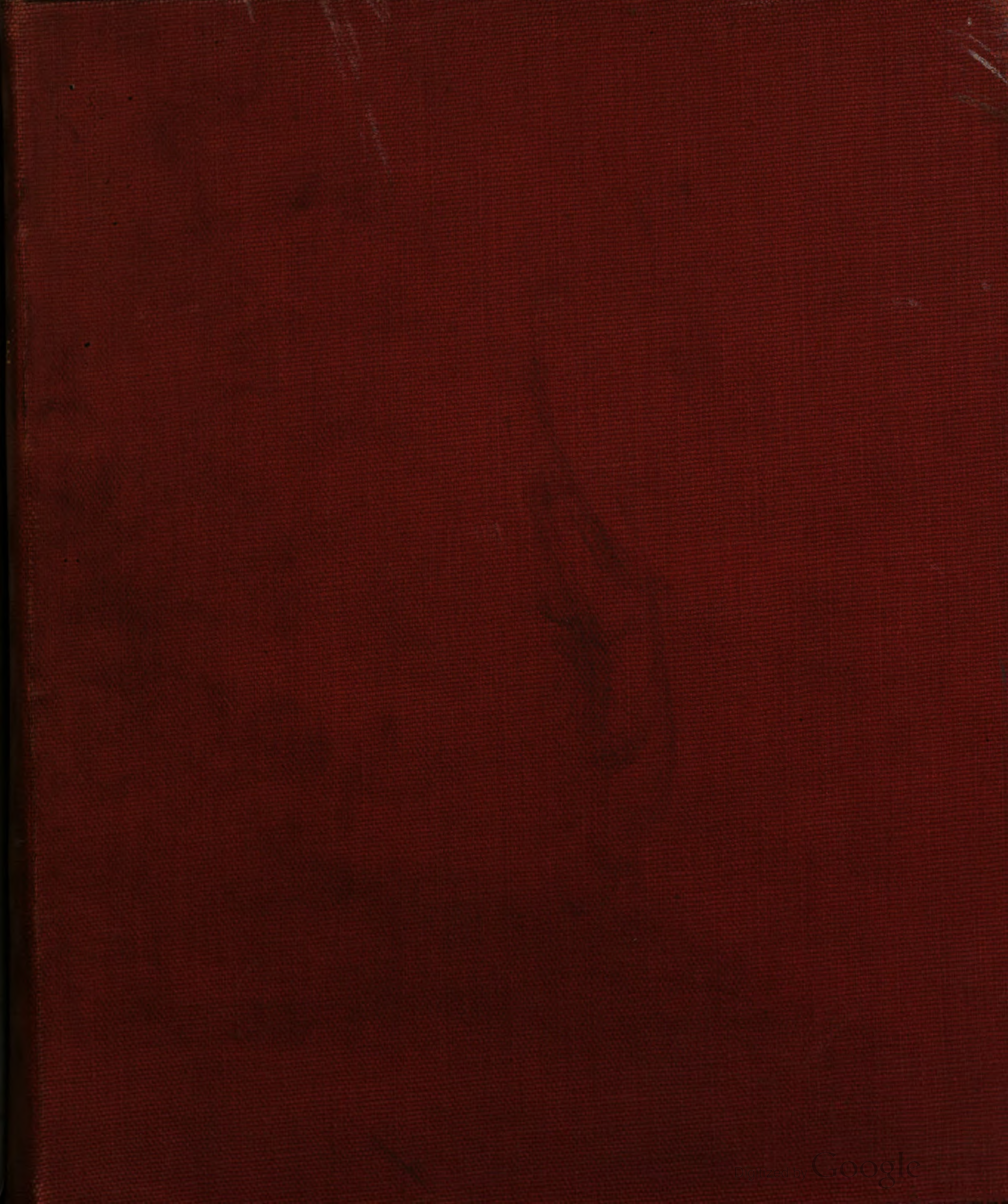




LA

REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS et Cie,
57020 Quai des Grands-Augustins, 55.

LA

REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE

J. BLONDIN,

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, PROFESSEUR AU COLLÈGE ROLLIN,
RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de :

MM. ARMAGNAT, BECKER, P. BOURGUIGNON, COURTOIS, DA COSTA,
JUMAU, GOISOT, J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT,
RAVEAU, TURPAIN, ETC.

TOME XXVI.
Juillet-décembre 1916.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1916

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION :

MM. P. Bizet, Chaussenot, E. Fontaine, M. Meyer, E. Sartiaux, Tainturier, Ch. de Tavernier.

COMITÉ DE PATRONAGE :

MM.

Bizet, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Cordier, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
M. Masse, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
M. Meyer, Vice-Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Beauvois-Devaux, Trésorier de l'Union des Syndicats de l'Électricité.
Azaria, Administrateur délégué de la Compagnie générale d'Électricité.
D. Berthelot, Président de la Société d'Électricité de Paris.
Brachet, Compagnie parisienne de Distribution d'électricité.
Brylinski, Directeur du Triphasé.
Carpentier, Membre de l'Institut, Constructeur électricien.
A. Coze, Directeur de la Société anonyme d'éclairage et de chauffage par le gaz de la ville de Reims.
Eschwège, Directeur de la Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris.
Harlé, de la Maison Sautter, Harlé et Cie.
Henneton, Ingénieur-Conseil.
Hillairet, Constructeur électricien.
Javaux, Président du Conseil, Directeur de la Société Gramme.
F. Meyer, Directeur de la Compagnie continentale Édison.
Meyer-May, Directeur à la Société industrielle des Téléphones.
Mildé, Constructeur électricien.
Postel-Vinay, Constructeur électricien.
E. Sartiaux, Ingénieur électricien.
Sciama, Administrateur-Directeur de la Maison Breguet.
Ch. de Tavernier, ancien Directeur du Secteur électrique de la Rive gauche.
Zetter, Administrateur-Directeur de l'Appareillage électrique Grivolas.
E. Fontaine, Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Tome XXVI. N° 301. — 7 juillet 1916.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'article intitulé **Nouvelle démonstration de la formule de Bjerknes relative au décrément logarithmique**, dû à M. J.-B. Pomey, que nous publions pages 15 à 18, nous vient d'un coin du front qui, bien que situé hors de France, n'en est pas moins périlleux. On verra par sa lecture que, quelles que soient les circonstances, un mathématicien ne renonce pas au plaisir d'aligner des équations et qu'un ingénieur télégraphiste peut trouver le moyen d'occuper les quelques loisirs dont il dispose pour perfectionner la science qui fait l'objet de ses préoccupations dans la vie civile.

M. J.-B. Pomey nous donne en effet dans cet article une démonstration nette et rigoureuse d'une importante formule de Bjerknes d'un usage fréquent en télégraphie sans fil.

***

Les lampes à filament de tungstène de faible consommation spécifique, que nous avons signalées dans *La Revue électrique* du 2 janvier 1914, sont l'aboutissement pratique des longues recherches entreprises par M. Irving Langmuir dans les laboratoires de la General Electric Company sur **les caractéristiques d'un filament de tungstène en fonction de sa température** que nous avons résumées pages 19 à 22. Les mesures sont rendues laborieuses par suite de la difficulté que l'on rencontre à déterminer la température du filament et, subsidiairement, sa température de fusion. C'est ici que les pyromètres optiques jouent un rôle de premier ordre; l'auteur a une préférence marquée pour le pyromètre Holborn-Kurlbaum basé sur la mesure de l'éclat intrinsèque du corps incandescent, par comparaison avec une petite lampe de 6 volts environ. Il revendique pour cet appareil les avantages suivants : la mesure peut être effectuée en un point quelconque de la surface; l'éclat augmente rapidement avec la température et, de plus, ses variations sont soumises à des lois bien connues. En particulier, l'auteur a montré que le pouvoir émissif du tungstène est à peu près indépendant de la température (pour $\lambda = 0,666\,\mu$, on le trouve égal à 0,46 et 0,40 aux températures 1200° et 3200° K.); on ne commettra donc pas une grande erreur en admettant que les variations de l'éclat obéissent sensiblement à la loi de Wien et l'on a dans ces conditions entre les éclats e et e_0 la relation

$$\log_{10}\frac{e}{e_0} = -\frac{0,62503}{\lambda}\left(\frac{1}{\Theta_0} - \frac{1}{\Theta}\right)$$

en prenant la constante c de la formule

$$\frac{C}{\lambda^5} e^{-\frac{c}{\lambda\Theta}}$$

égale à 14392 microns par degré.

L'étalonnage d'un tel appareil comporte d'abord la détermination de la relation entre l'intensité lumineuse et le courant du filament pyrométrique qui est toujours un filament droit. L'auteur a utilisé, pour élargir ses limites d'emploi, un système de trois disques tournants dont les segments ouverts sont dans les rapports $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{20}$ et $\frac{1}{100}$ et en prenant comme étalon une lampe au tungstène dans l'azote préalablement photométrée elle-même à travers trois filtres *a*, *b*, *c*, laissant passer les radiations : *a*. de $0,637\,\mu$ à $0,730\,\mu$; *b*. de $0,514\,\mu$ à $0,573\,\mu$; *c*. de $0,513\,\mu$ à $0,553\,\mu$. Le

faisceau lumineux est limité par une fente horizontale, ce qui permet de soustraire au champ du photomètre les lumières émanées des parties froides du filament voisines des conducteurs, de sorte que les intensités obtenues par la photométrie sont proportionnelles à celles indiquées par le pyromètre. L'étalonnage a été réalisé dans les limites de température de 1850° à 3040° K.; alors l'intensité croît dans le rapport de 1 à 90 pour l'écran rouge et de 1 à 300 pour l'écran vert. Grâce à l'affaiblissement dû aux secteurs, il a été néanmoins possible d'obtenir quatre courbes entre l'intensité et le courant du filament pyrométrique, courbes qui se raccordent avec une précision bien supérieure à celle que l'on aurait pu atteindre sans l'emploi des secteurs.

La deuxième opération est relative à la détermination du courant correspondant à plusieurs températures fixes : points de fusion de l'or, du cuivre, du platine dans l'azote et dans l'air. Ce dernier a été l'objet de nouvelles mesures effectuées sur des boucles en fil de platine pur de 0,025 cm de diamètre dont on déterminait la température noire de fusion. De la température noire on déduisait la température vraie, en prenant pour pouvoir émissif 0,33 pour $\lambda = 0,667\,\mu$, nombre indiqué par Burgess et Walterberg.

Le même procédé de calibrage est répété pour chacun des écrans; on voit que l'opération est longue et laborieuse.

Les savants américains semblent montrer aussi une grande prédilection pour la méthode d'estimation de la température d'un corps incandescent d'après la couleur de la lumière qu'il émet; cette méthode a été perfectionnée par Coblentz et Hyde. On place d'un côté du banc photométrique un corps noir; de l'autre, successivement des filaments de platine, de carbone, de tungstène et de tantale; on réalise l'égalité de couleur et d'intensité en agissant à la fois sur la température et la distance du filament au photomètre. Pour tous ces filaments amenés à égalité de couleur, la répartition de l'énergie dans tout le spectre visible est la même. La sensibilité de la méthode est comparable à celle de tous les dispositifs pyrométriques ordinaires et donne toujours une température plus voisine de la température vraie que la température noire, c'est-à-dire que la température pour laquelle l'énergie rayonnée est la même que celle du corps noir. Mais si nous comparons la température vraie du filament à celle du corps noir qui produit la même sensation colorée, la première est toujours inférieure à la seconde; toutefois la différence entre ces deux dernières températures est plus faible que la différence entre la température vraie et la température noire.

M. I. Langmuir a fait, sur la couleur de la lumière rayonnée par le tungstène, des remarques très intéressantes. On enroule un filament en hélice et on le monte dans une ampoule à azote; quand il est incandescent, on projette son image agrandie sur un écran blanc dont on explore toutes les régions au moyen d'un photomètre de Weber qui donne ainsi leur couleur et leur intensité. Or l'intensité de la lumière provenant de la région intérieure de l'hélice est toujours de 1,5 à 1,8 fois plus forte que celle de la lumière provenant d'autres parties; on reconnaît aussi plus de rouge dans la lumière intérieure. En réalisant d'abord l'égalité des couleurs entre la lumière interne et la lampe de comparaison, puis en augmentant l'intensité du courant jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'égalité de couleur entre l'étalon et la partie externe de l'hélice, il est possible d'apprécier quantitativement la différence des couleurs. Si le pouvoir émissif du tungstène pour la lumière blanche est 0,50 et si l'intérieur de l'hélice se comporte au point de vue du rayonnement comme un corps noir, le rapport entre les éclats de l'intérieur et de l'extérieur de l'hélice doit être égal à 2; or l'expérience photométrique rapportée ci-dessus ne donne, pour ce rapport, que des nombres compris entre 1,6 et 1,8.

L'intérieur de l'hélice ne réalise donc pas strictement les conditions d'un corps noir. Pour ramener la différence observée entre les couleurs à celle que donnerait le corps noir, l'auteur s'est servi de deux méthodes approchées qui ont surtout mis en évidence le fait, longtemps contesté par Paterson et Dudding, qu'il existe une différence bien nette entre la couleur des lumières émises par un filament de tungstène et un corps noir, ou encore que la température du corps noir qui émet une lumière de même couleur que celle d'un filament de tungstène est en moyenne de 40° à 80° supérieure à celle de ce dernier. Le tungstène ne constitue donc pas un corps gris; il se comporte, dans la région visible du spectre, comme un radiateur sélectif, rayonnant une plus grande proportion de bleu que le corps noir.

En ce qui concerne le pouvoir émissif du tungstène sur lequel nous donnons page 24 de plus amples détails, l'auteur a constaté : 1° que le coefficient de température du pouvoir émissif intégral est très faible (0,00012 par degré C.); 2° que le pouvoir émissif monochromatique est à peu près indépendant de la température, surtout pour les faibles longueurs d'onde, mais qu'il augmente beaucoup quand on passe du rouge au bleu; il est, à 3000° K., égal à 0,463 pour $\lambda = 0,7\,\mu$ et égal à 0,525 pour $\lambda = 0,4\,\mu$. Pratiquement, cette faible variation du pouvoir émissif E_λ avec la température n'a pas une répercussion bien sensible sur



l'échelle de températures établie par M. Langmuir en supposant que ce pouvoir émissif est constant. Au Bureau of Standards on avait adopté jusqu'ici les températures déduites de la formule de Nernst que l'on trouvera dans la *Littérature des périodiques*; l'auteur donne les valeurs numériques des corrections à apporter aux Θ_N pour avoir les Θ_L; elle est environ de 3° par 100°.

***

L'article que Paul LECLER consacre au **Bulletin technique de la Société des ingénieurs allemands** et que nous publions pages 26 à 28, nous démontre une fois de plus l'influence que les sociétés techniques et la presse technique peuvent avoir sur le développement de l'industrie nationale d'un pays et sa renommée hors de ses frontières.

Il n'est pas douteux, en effet, que le *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, par son excellente documentation, son fort tirage, ses nombreuses pages et annonces et son prix d'abonnement relativement minime, n'ait contribué à répandre dans l'esprit des ingénieurs étrangers que l'industrie allemande était la plus puissante, la plus savante et la plus apte à satisfaire à tous les besoins de la technique. Même en France, où cependant il est facile de s'assurer par soi-même que notre pays a toujours été et est toujours l'initiateur de tous les progrès de la technique, on finissait par admettre la supériorité technique de nos ennemis en invoquant la puissance de leur presse technique.

A la vérité la puissance de la presse technique est fonction directe de la puissance industrielle du pays. Mais la réciproque est également vraie et si une presse technique bien documentée vient fournir à l'industrie les nombreux éléments de travail et d'informations dont celle-ci a aujourd'hui besoin, la prospérité industrielle s'en ressentira. Depuis de nombreuses années nous ne cessons personnellement de répéter qu'un journal technique doit donner une copieuse et soignée documentation à ses lecteurs. Il semble qu'après avoir longtemps prêché dans le désert, nous commençons à être écouté. En tout cas les chiffres cités par M. Lecler, d'après un document officiel, nous donnent raison et montrent qu'un journal technique très documenté peut être donné aux lecteurs pour une somme bien inférieure à celle qui correspond aux frais d'envoi et aux dépenses de papier, tout en laissant, par suite des recettes des annonces, un bénéfice annuel de plus de 150000 fr à la société éditrice. Nous remercions donc sincèrement M. Lecler de venir ainsi apporter à notre thèse un appui solide, appui que nous pourrions d'ailleurs étayer encore par la publication des chiffres que nous avons recueillis sur le bilan de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, journal que beaucoup d'ingénieurs français considèrent, bien à tort cependant suivant nous, comme un modèle du genre.

***

Il y a quelques mois l'Électrotechnique perdait en la personne d'Eric Gerard l'un de ses plus éminents représentants. Nous avons aujourd'hui à déplorer la perte d'une personnalité non moins connue : le professeur **Silvanus P. Thomson**.

Né en 1851, S.-P. Thompson débuta dans le professorat en 1878 comme professeur de Physique expérimentale du Collège de l'Université de Bristol. Ses premiers travaux personnels portèrent sur l'Optique; mais s'étant trouvé ainsi amené à étudier la théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell, il se passionna pour l'électricité qui ne cessa depuis de faire l'objet de ses recherches. Dès 1883, dans une série de conférences remarquables sur les machines dynamo-électriques, il établit les principes de la construction et du fonctionnement de ces machines. L'année suivante il faisait paraître la première édition de son *Traité des Machines dynamo-électriques* qui compte aujourd'hui sept éditions successives, dont plusieurs ont été traduites en français, en allemand, en italien, en japonais et en polonais.

Ce magnifique ouvrage ne constitue cependant qu'une petite partie des publications de S.-P. Thompson. Dans de nombreuses communications aux Sociétés savantes et techniques il envisagea les sujets les plus divers de l'électricité théorique et appliquée: téléphonie, analyse harmonique, arc électrique, décharge électrique, machines à influence, magnétisme, moteurs polyphasés, machines dynamo-électriques à grande vitesse angulaire, etc. On lui doit également une remarquable notice sur la vie de Lord Kelvin, publiée en 1910.

A mesure que grandissait sa notoriété, les distinctions honorifiques vinrent justement récompenser ses travaux. S.-P. Thompson était membre de la Société royale et de la Société astronomique; l'Institution des Ingénieurs électriciens, la Société de Physique, la Société Röntgen, etc., le choisirent comme président; diverses sociétés étrangères : Académie des Sciences de Stockholm, Académie des Sciences de Bologne, Institution des Ingénieurs électriciens américains, etc., lui décernèrent le titre de membre honoraire; enfin S.-P. Thomson joua un rôle prépondérant dans les grandes commissions techniques et en particulier dans la Commission électrotechnique internationale dont il faisait partie comme délégué du Gouvernement anglais.

Le désastre du *Hamsphire*, en même temps qu'il enlevait à nos alliés leur grand organisateur mili-

taire Lord Kitchener, causait la mort d'un ingénieur mécanicien **Leslie S. Robertson,** qui, depuis un an, était attaché à la Direction de la fabrication et faisait, en cette qualité, partie de la mission envoyée en Russie.

Fils de James Robertson, gouverneur de Bombay, Leslie S. Robertson naquit aux Indes en 1863. Après ses études, faites à Londres, il se spécialisa dans la construction des chaudières marines, sujet dans lequel il acquit une grande compétence tant par ses travaux personnels que par la traduction anglaise qu'il donna du *Traité des chaudières marines* de l'ancien directeur de notre Génie maritime, M. L.-E. Bertin. Mais c'est surtout comme secrétaire du British Engineering Standards Committee, poste qu'il occupait depuis la création de ce Comité en 1901, que Leslie Robertson rendit à l'industrie anglaise des services signalés. L'organisation de ce Comité, sur laquelle il y a quelques mois nous attirions l'attention de nos lecteurs et que nous proposions comme modèle [1], est en effet en grande partie son œuvre, et ce sont les qualités qu'il dut déployer pendant 15 ans dans ses fonctions délicates qui le désignèrent au choix de Lord Kitchener. L'industrie électrique profita d'ailleurs de ses facultés organisatrices, car, en même temps que secrétaire de l'Engineering Standards Committee, Leslie Robertson était secrétaire de l'Electrotechnical Committee.

(1) *La Revue électrique*, t. XXIV, 19 novembre 1915, p. 289 et 313.

De son côté l'industrie française vient d'éprouver une perte douloureuse en la personne de **Charles Weyher,** ancien directeur-administrateur des Établissements Weyher et Richemond, qui s'est éteint à l'âge de quatre-vingts ans, dans sa propriété de Bois-Solair, en Mayenne. D'un esprit largement ouvert aux idées nouvelles, Ch. Weyher fut des premiers à se rendre compte des avantages que présente l'électricité pour la commande des machines-outils et des premiers aussi à réaliser une installation de transmission d'énergie par courants polyphasés dans ses ateliers.

Mais ce n'est pas seulement par des applications dans l'art de l'ingénieur que Ch. Weyher s'est fait connaître. Une conférence récente de M. Sylvain Périssé devant la Société des Ingénieurs civils rappelait en effet que Ch. Weyher ne dédaignait pas les travaux purement scientifiques et que pendant près de 30 ans il s'est consacré à l'étude expérimentale des tourbillons aériens. C'est en effet en 1887 qu'il publia un premier ouvrage sur cette question, laquelle, comme l'a montré récemment M. Berthelot et comme nous-même l'avions fait observer dès 1893 [1], est du plus haut intérêt pour l'explication mécanique des phénomènes électriques.

Douze ans plus tard, en 1899, Ch. Weyher publiait un nouvel opuscule où précisément il tentait d'appliquer les propriétés des tourbillons à l'explication des propriétés des aimants. En 1903, dans une autre brochure, il s'attaquait au grand problème de l'éther tourbillonnaire; en 1904, il publiait une conférence sur les tourbillons faite par lui à l'Université de Liége; enfin en 1910, il faisait connaître les résultats de ses plus récentes recherches dans un nouvel opuscule intitulé : *Toujours les tourbillons;* d'ailleurs, malgré son grand âge, il continuait à s'occuper de la question qui le passionnait depuis tant d'années et, dans le courant d'avril dernier, il nous écrivait encore à ce propos.

Aux trois noms qui précèdent il nous faut ajouter un quatrième : celui de **René Chassériaud**, jeune ingénieur électricien, qui fut notre confrère pendant deux ans comme rédacteur en chef de *La Lumière électrique* et à qui M. A. Blondel a consacré une belle notice nécrologique dans le dernier numéro de ce journal.

Né en 1883, R. Chassériaud entre à l'École Polytechnique en 1903, puis à l'École supérieure d'Électricité. Après avoir été rédacteur en chef de *La Lumière électrique* de 1909 à 1911, puis de la revue nouvelle *Science et Art de l'Éclairage*, il s'éprit de l'aviation et, avec le colonel Espitalier, fonda la *Revue technique aéronautique* dont il devint le rédacteur en chef. Il assumait en même temps les fonctions de secrétaire général de la Commission permanente internationale d'Aéronautique et de la Société française de Navigation aérienne.

Mobilisé comme lieutenant d'artillerie de réserve il était cité dès novembre 1914 et obtenait la croix de guerre. Chargé ensuite de la direction d'un atelier de l'arrière, il sollicitait son retour au front et était nommé, comme capitaine, au commandement d'une batterie de campagne occupant un poste périlleux à l'ouest de Verdun. C'est là qu'il fut tué par un obus le 12 avril dernier « après avoir fait preuve d'un courage et d'un sang-froid remarquable », d'après la citation à l'ordre du jour de l'armée publiée au *Journal officiel* du 7 juin dernier.

J. Blondin et J. Becker.

(1) Voir *La Revue électrique*, t. XXV, 21 avril 1916, p. 226.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Treizième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces, p. 29. — Arrêté fixant les prix de vente maxima des charbons à l'importation, p. 29.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

Treizième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 6 juin 1916, p. 9. — Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 12. — Service de placement, p. 12. — Bibliographie, p. 12. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques, p. 12

Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 6 juin 1916.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : M. Marcel Meyer, président; MM. Harlé et Legouëz, anciens présidents; M. Larnaude, vice-président; MM. André, Berne, Eschwège, Guittard, Hillairet, Iung, Lévis, Roche-Grandjean, Sailly, membres.

Se sont excusés : MM. Sciama et Zetter, anciens présidents, et M. Schwarberg, membre.

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Chambre du décès de M. Henri Guinier, fils de notre ancien collègue, M. Guinier, mort pour la France à l'âge de 19 ans, à l'hôpital d'Épinal.

La Chambre s'associe aux condoléances qui ont été adressées par le Président.

Admissions. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° A titre d'Établissement adhérent, de la Maison Vaubrun et Cie, 38, rue de Lancry, à Paris, qui sera inscrite à la sixième Section et représentée par M. *Jean Vaubrun*, sur la présentation de MM. Meyer-May et Marcel Meyer;

2° De M. *Maurice Petit*, métreur vérificateur, qui sera inscrit à la septième Section, sur la présentation de MM. Marcel Meyer et Paul Body.

Démission. — M. le Président communique à la Chambre une lettre de M. Monnereau, de la Société industrielle du Tarn-et-Garonne, lettre par laquelle il demande au Syndicat de vouloir bien accepter sa démission de membre correspondant. La Chambre ratifie cette démission.

Correspondance. — M. le Président fait part à la Chambre des lettres suivantes :

1° Une lettre de notre collègue, M. Schwarberg, nous adressant un tableau comparatif des prix pratiqués à New-York avant la guerre et au mois de mars 1916 pour les principales matières métalliques utilisées dans l'industrie électrique.

2° Une lettre de la Chambre de Commerce de Paris nous informant que, sur la demande du Gouvernement, elle vient d'ouvrir une enquête relative aux créances et dettes des Français à l'égard des sujets bulgares et ottomans. MM. les industriels intéressés trouveront au Secrétariat de la Chambre de Commerce, place de la Bourse, les imprimés à remplir à cet effet.

3° Une lettre de la Chambre de Commerce de Paris nous transmettant une demande d'un commerçant de Milan, sollicitant la représentation de fabricants français d'isolateurs en porcelaine et en verre pour l'installation de lignes téléphoniques et télégraphiques. M. Sailly, après avoir pris connaissance de cette lettre, se charge d'y donner la suite qu'elle comporte.

4° Une lettre du Ministère du Commerce (service technique) nous adressant un questionnaire destiné à renseigner le service sur les besoins de l'Industrie française.

5° Une lettre de M. Méran, président de la Chambre syndicale de la Céramique et de la Verrerie, nous adressant, en même temps qu'une convocation à une réunion, un projet de rapport qu'un certain nombre de chambres syndicales se proposent de soumettre aux Ministères de la Justice et du Commerce relativement aux opérations des séquestres des maisons ennemies. Ce rapport demande, en résumé, qu'aucune marchandise sous séquestre ne puisse être vendue sans que les syndicats intéressés

aient été consultés et qu'aucune usine sous séquestre ne soit mise en activité à moins que ce ne soit dans l'intérêt bien évident de la Défense nationale.

Les conclusions de ce rapport étant conformes aux idées soutenues dans plusieurs circonstances par notre Syndicat, la Chambre s'y rallie.

Questions spéciales : Application de la loi des retraites ouvrières. — M. le Président rappelle à la Chambre l'émotion qui a été soulevée chez nos adhérents par l'introduction, dans des marchés de l'Administration de la Guerre, d'une clause spécifiant que :

«...Pour les salariés qui ne présenteraient par leurs cartes, il (le fournisseur) fera la preuve, par la présentation des récépissés, qu'il effectue à la fin de chaque mois les versements au Greffe de la Justice de paix, de la contribution patronale dans les conditions prévues à l'article 23 (§ 2) de la loi des retraites ouvrières. »

Cette clause tendait à transformer en une obligation ce qui, d'après la loi d'avril 1910, n'est qu'une faculté.

A la suite des démarches dont tous nos établissements adhérents ont été informés par nos circulaires, la clause incriminée a été remplacée par la suivante :

« Pour les salariés qui ne présenteraient par leur carte, il (le fournisseur) usera des moyens de se libérer que lui offre l'article 23 (§ 2), en versant, à la fin de chaque mois, directement ou par la poste, ses contributions patronales au Greffe de la Justice de paix ou à l'organisme reconnu par la loi auquel serait affilié l'assuré. Sur la demande de l'administration, il produira les récépissés constatant qu'il a usé de cette faculté.

» A défaut, il justifiera avoir dans sa comptabilité un compte spécial d'assurance-retraite où il inscrira, avec affectations nominatives, celles de ses contributions patronales qui ne sont pas acquittées en timbres; à cet effet, sur la demande de l'administration, il devra faire la preuve que le total des versements mensuels correspond globalement au nombre des ouvriers qui n'ont pas présenté leur carte, et qu'à la fin de chaque année le total des sommes figure en passif au bilan. »

Association nationale d'expansion économique. — M. le Président rend compte à la Chambre de la visite qui lui a été faite par M. Hauser, délégué de l'Association nationale d'expansion économique, venu pour exposer le but que se propose cette association en vue de mettre en œuvre tout ce qui peut contribuer à l'expansion économique de la France sur les marchés du monde, et attirer l'attention des Pouvoirs publics et des consommateurs sur l'intérêt national qu'il y a à donner la préférence aux produits français ou, à leur défaut, aux produits des nations avec lesquelles la France entretient des relations amicales.

Il indique à la Chambre que l'Association nationale est « un organe d'enquête et d'action qui groupe les associations et les personnes appartenant au commerce, à l'industrie ou à l'agriculture », qu'elle recueille les avis et les protestations des chambres syndicales, les étudie au même titre que ceux émanant de sa propre initiative et en poursuit la réalisation auprès du Gouvernement, du Parlement et des administrations publiques ou privées.

Comme conclusion, sur la proposition du Président, la Chambre décide de donner son adhésion à cette Association.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre qui lui a été adressée par le Président de cette Union et par laquelle il signale que la nomenclature actuelle du tarif douanier qui répondait à l'état de l'industrie au moment où elle a été faite est devenue incomplète et par conséquent insuffisante et que les spécifications qui y figurent sont souvent mal établies.

Comme il paraît certain qu'après la guerre, notre tarif douanier devra être entièrement remanié tant pour répondre aux nouvelles conditions politiques et économiques dans lesquelles se trouveront les unes par rapport aux autres les nations belligérantes et neutres que pour procurer à l'État une partie des ressources considérables dont il aura besoin, il sera indispensable de procéder à ce moment à la mise au point de cette nomenclature en même temps qu'à la détermination de la tarification nouvelle.

Il y a lieu en conséquence pour chaque syndicat d'étudier la refonte de la nomenclature des articles qui l'intéressent plus particulièrement. Après discussion, la Chambre décide de confier cette étude à la Commission créée précédemment en vue de la revision des tarifs douaniers.

Adhésion du Syndicat a la Section de Mécanique de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président rappelle que cette question a déjà été soumise à la Chambre qui, avant de prendre une décision, a tenu à connaître l'orientation qui doit être donnée à ce groupement par son nouveau président, M. Charles Laurent.

Après avoir entendu les renseignements fournis en séance sur le sujet, la Chambre décide de demander son admission à la Section de Mécanique et désigne comme délégué spécial, en outre du président en exercice, M. Sciama, ancien président du Syndicat, qui accepte cette mission.

Communications diverses. — M. le Président donne également communication de diverses circulaires reçues de l'Union des Industries métallurgiques et minières et des documents suivants :

N° 725 (Ministère de la Guerre) : Décret du 17 février 1916 relatif aux avances à faire aux fournisseurs de l'Administration de la Guerre en vue de la création ou du développement de l'outillage national.

N° 726 (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 727 : Décret du 28 février 1916 et circulaire du 29 février 1916 relatifs à la déclaration des biens des sujets de puissances ennemies.

N° 728 : Décret du 29 février 1916 instituant un Comité de transports maritimes.

N° 729 : Projet de loi adopté par la Chambre des députés concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines dispositions d'ordre



fiscal relatives à la législation des patentes et aux déclarations en matière de mutation par décès.

N° 730 : Arrêté du 1er mars 1916 désignant les membres de la Commission interministérielle de la main-d'œuvre.

N° 731 : Règlement fixant les conditions de travail et obligations des ouvriers originaires de l'Afrique du Nord.

N° 732 : Création d'un Office national de placement des mutilés et réformés de la guerre.

N° 733 : Proposition de loi sur l'extension de la capacité civile des syndicats professionnels.

N° 734 : Composition du Comité des travaux publics des colonies pour 1916 et 1917.

N° 735 : Liste des marchandises qui ne peuvent être exportées ou réexportées en Suisse qu'avec le consentement écrit préalable de la Société suisse de Surveillance suisse.

N° 736 : Décret au 15 février 1916 fixant les délais supplémentaires accordés aux contribuables empêchés, par suite d'un cas de force majeure, de souscrire en temps utile la déclaration pour l'impôt général sur le revenu.

N° 737 (Retraites ouvrières) : État actuel de la législation.

N° 738 : Circulaire du Ministre de la Justice du 11 mars 1916 complétant celle du 29 février précédent relative à la déclaration des biens des sujets de puissances ennemies.

N° 739 : Décret du 14 mars 1916 relatif à la consignation au trust néerlandais d'outre-mer de toutes marchandises à destination des Pays-Bas.

N° 740 : Règlement fixant les conditions d'engagement et les obligations des ouvriers indigènes employés pour les besoins de la Défense nationale.

N° 741 : Instruction pour l'application des décrets des 21 janvier et 17 février 1916 relatifs à la délivrance d'avances ou d'acomptes aux fournisseurs de l'Administration de la Guerre.

N° 742 : Arrêté du 16 mars 1916 nommant les membres de la Commission chargée d'administrer l'Office national des mutilés et réformés de la guerre.

N° 743 : Proposition de loi concernant l'activité économique des étrangers en France.

N° 745 : Décret du 18 mars 1916 relatif à la prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

N° 746 : Décret du 18 mars 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces.

N° 747 : Décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de compte courants payables ou remboursables en Algérie.

N° 748 : Instruction relative à la création d'un corps civil d'agents d'administration pour le cadre des groupements de travailleurs coloniaux.

N° 749 : Décret du 28 mars 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

N° 750 : Instruction relative à l'emploi de la main-d'œuvre annamite.

N° 751 : Instruction du 5 avril 1916 concernant l'application de l'impôt général sur le revenu.

N° 752 : Décret et circulaire du 4 avril 1916 imposant aux navires français, pour certaines catégories de voyages, une autorisation préalable inscrite au rôle d'équipage.

N° 753 (Jurisprudence) : Arrêt du Conseil d'État permettant, en raison de la hausse du charbon, la majoration du prix du gaz fourni par un concessionnaire.

N° 754 : Projet de loi tendant à autoriser le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane.

N° 755 : Notification relative à la contrebande de guerre.

N° 756 : Loi du 12 avril 1916 relative aux inventions intéressant la Défense nationale.

N° 757 (Sénat) : Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines dispositions d'ordre fiscal relatives à la législation des patentes et aux déclarations en matière de mutations par décès.

N° 758 : Projet de loi sur la taxation des charbons et la limitation des frets pour le transport des charbons sous pavillon français.

N° 759 : Extrait du discours prononcé au Creusot par M. Albert Thomas.

N° 760 : Loi du 22 avril 1916 sur la taxation des charbons et la limitation des frets pour le transport des charbons sous pavillon français.

N° 761 (Grande-Bretagne) : Prohibition de sortie de certains produits.

Documents législatifs. — M. le Président fait part à la Chambre des documents suivants :

Chambre des députés. — N° 2111 : Proposition de loi adoptée par la Chambre des députés, adoptée avec modifications par le Sénat, relative à la réhabilitation des faillis, qui ont fait l'objet d'une citation à l'ordre de l'unité militaire à laquelle ils appartiennent.

N° 2116 : Projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement, et portant que l'effet sera payable au débit de son compte, soit à la Banque de France, soit dans une chambre de compensation.

N° 2115 : Projet de loi portant : 1° ouverture sur l'exercice 1916 des crédits provisoires applicables au troisième trimestre de 1916; 2° autorisation de percevoir pendant la même période les impôts et revenus publics.

N° 2133 : Proposition de résolution tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre.

Sénat. — N° 192 : Projet de loi adopté par la Chambre des députés tendant à autoriser l'ouverture, parmi les services spéciaux du Trésor, d'un compte intitulé : « Avances remboursables consenties à divers industriels pour les besoins de la Défense nationale. »

N° 200 : Projet de loi adopté par la Chambre des



députés relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 3 h 50 m.

Le Président,
Marcel MEYER.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à midi, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Adhérents peuvent se procurer aux bureaux du Secrétariat les différents documents dont la liste a été publiée antérieurement (*voir*, notamment, *La Revue électrique* du 7 avril 1916, p. 200).

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Offres et demandes d'emplois, p. XXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

TREIZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 29 mai 1916.

Présents : MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwège, présidents d'honneur; Bizet, président; Berthelot et Javal, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, trésorier; Baux et Nivard, membres.

Absents excusés : MM. Cordier, Tricoche et Mariage.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — La Chambre syndicale décide à l'unanimité, sur la proposition de son président, de proposer, à la prochaine séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité, la nomination de M. Cordier comme président de l'Union.

AUGMENTATION DES SUBVENTIONS DES USINES ADHÉRENTES. — Sur le rapport de M. F. Meyer indiquant les résultats favorables qu'il a déjà obtenus, la Chambre syndicale émet le vœu que les divers membres se répartissent les démarches restant à faire pour compléter les augmentations de subventions qui peuvent d'ores et déjà être obtenues. L'augmentation des subventions des autres usines sera ensuite réalisée par décision de la Chambre syndicale.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE. — La fixation de la date des Assemblées générales ordinaire et extraordinaire est reportée à une prochaine séance.

Relativement aux modifications des statuts à proposer à l'Assemblée générale extraordinaire, M. le Président propose de les faire porter sur les articles 2, 4 (§ 1 et 3); 11 (§ 1, 2 et 3); 12; 26 (§ 1 et 5); 27 (§ 4, 5 et 6); 33 (§ 1, 2 et 5).

Ces modifications concernent les membres honoraires, la modification du taux des cotisations, la modification du mode de décompte des subventions, le minimum de subvention et la représentation aux Assemblées générales.

M. le Président rappelle que la nécessité de ces modifications statutaires résulte surtout de la création de la *Revue générale d'Électricité* et de la part importante que notre Syndicat est appelé à prendre dans la diffusion de cette nouvelle Revue, qui sera l'organe officiel plus important, plus complet et partant plus efficace de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

AUGMENTATION DU TARIF DE VENTE DU COURANT ÉLECTRIQUE. — M. le Président indique que le Comité consultatif a formulé son avis à ce sujet. Il sera tenu à la disposition des membres au Secrétariat.

OFFICE DES CHARBONS. — M. le Président fait part des résultats satisfaisants obtenus par l'Office des charbons depuis la dernière réunion de la Chambre syndicale. Il rappelle notamment les lettres du Ministre des Travaux publics des 4 et 23 mai 1916 et les lettres de notre Syndicat au Ministre des Travaux publics du 8 mai 1916 et à M. Weiss, directeur des Distributions d'énergie électrique du 5 mai 1916.

M. le Président signale les effets très heureux obtenus par l'intervention de M. Nobel et la nécessité de renforcer



l'organisation de l'Office qui, du fait des dispositions prises par le Gouvernement, deviendra un organe officiel de centralisation et de contrôle sous la direction de M. Javal. Le concours de M. Nobel sera de ce fait plus suivi et plus actif encore que par le passé. M. Javal est autorisé à prendre avec lui tous arrangements utiles à ce sujet.

La Direction de l'Office des charbons sera appelée à déterminer également la situation respective des diverses personnes appelées à participer aux efforts et au développement de ce Bureau.

La Chambre syndicale ratifie ces idées directrices.

M. Javal signale que sur la redevance demandée par tonne de charbon aux usines adhérentes, le Gouvernement demandera 0,05 fr par tonne pour sa propre intervention, Il semble que le surplus sera suffisant pour couvrir les dépenses qui seront engagées à cet effet. Un personnel bien choisi sera indispensable pour la coordination des efforts et de la documentation, ainsi que pour les échanges de correspondance, circulaires, statistiques, etc.

Circulaires envoyées aux usines adhérentes. — M. le Président donne connaissance des circulaires qui ont été envoyées aux usines adhérentes relativement au numéro spécial du Bulletin des Usines électriques concernant l'arrêt du Conseil d'État du 30 mars 1916, aux dégrèvements sur contributions, à la centralisation des achats de charbon en Angleterre (communication de la lettre de M. le Ministre des Travaux publics du 4 mai 1916 et de la lettre de M. Bizet à M. le Ministre des Travaux publics du 8 mai 1916); au jugement de la première Chambre du Tribunal civil de la Seine (augmentation du prix du gaz).

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les circulaires émanant de l'Union, notamment celles relatives au transport des ouvriers immigrants. Il dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le compte rendu de l'Assemblée générale de l'Union des Industries métallurgiques et minières du 11 avril 1916.

Il remet aux membres présents les documents suivants [1] :

N° 737 (Retraites ouvrières) : État actuel de la législation.

N° 738 : Circulaire du Ministre de la Justice du 11 mars 1916 complétant celle du 29 février précédent relative à la déclaration des biens des sujets de puissances ennemies.

N° 739 : Décret du 14 mars 1916 relatif à la consignation au trust néerlandais d'outre-mer de toutes marchandises à destination des Pays-Bas.

N° 740 : Règlement fixant les conditions d'engagement et les obligations des ouvriers indigènes employés pour les besoins de la Défense nationale.

N° 741 : Instruction du Ministre de la Guerre pour l'application des décrets des 21 janvier et 17 février 1916 relatifs à la délivrance d'avances ou d'acomptes aux fournisseurs de l'Administration de la Guerre.

N° 742 : Arrêté du 16 mars 1916 nommant les membres de la Commission chargée d'administrer l'Office national des mutilés et réformés de la guerre.

N° 743 : Proposition de loi concernant l'activité économique des étrangers en France.

N° 744 (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 745 : Décret du 18 mars 1916 relatif à la prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne

N° 746 : Décret du 18 mars 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces.

N° 747 : Décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants payables ou remboursables en Algérie.

N° 748 : Instruction relative à la création d'un corps civil d'agents d'administration pour le cadre des groupements de travailleurs coloniaux.

N° 749 : Décret du 28 mars 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

N° 750 : Instruction relative à l'emploi de la main-d'œuvre annamite.

N° 751 : Instruction du 5 avril 1916 du Ministère des Finances concernant l'application de l'impôt général sur le revenu.

N° 752 : Décret et circulaire du 4 avril 1916 imposant aux navires français, pour certaines catégories de voyages, une autorisation préalable inscrite au rôle d'équipage.

N° 753 (Jurisprudence) : Arrêt du Conseil d'État permettant, en raison de la hausse du charbon, la majoration du prix du gaz fourni par un concessionnaire.

N° 754 : Projet de loi tendant à autoriser le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane.

N° 755 : Notification relative à la contrebande de guerre.

N° 756 : Loi du 12 avril 1916 relative aux inventions intéressant la Défense nationale.

N° 757 : Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines dispositions d'ordre fiscal relatives à la législation des patentes et aux déclarations en matière de mutations par décès, par M. Émile Aimond, sénateur.

N° 758 : Projet de loi sur la taxation des charbons et la limitation des frets pour le transport des charbons sous pavillon français.

N° 759 : Extrait du discours prononcé au Creusot par M. Albert Thomas, sous-secrétaire d'État à l'Artillerie et aux Munitions, le 17 avril 1916.

N° 760 : Loi du 22 avril 1916 sur la taxation des charbons et la limitation des frets pour le transport des charbons sous pavillon français.

N° 761 (Grande-Bretagne) : Prohibition de sortie de certains produits.

Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France. — Ce Syndicat appelle l'attention

1...

[1] Ces documents peuvent être consultés au Secrétariat du Syndicat.

de la Chambre syndicale sur l'application de la loi sur les retraites ouvrières, en raison des clauses insérées à ce sujet dans les marchés du Ministère de la Guerre.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le compte rendu de l'assemblée générale de ce Syndicat du 6 avril 1916 et divers documents relatifs à l'augmentation du prix de vente du gaz.

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale du rapport sur l'avancement de l'heure légale pendant la durée de la guerre, présenté par M. Pascalis, et dont les conclusions ont été adoptées par la Chambre de Commerce de Paris dans sa séance du 10 mai 1916 et de la circulaire du 5 mai 1916 relative à l'enquête sur les dettes et créances des Bulgares et sujets ottomans en France et inversement des nationaux français en Bulgarie et en Turquie.

Les nos 34, 35 et 36 du *Bulletin d'Information* de la Chambre de Commerce de Paris, « Documents sur la Guerre », ont été publiés et transmis à ceux de nos membres qui nous en ont fait la demande.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale des documents suivants parus au *Journal officiel* depuis la dernière séance : Décret du 18 mai 1916 portant institution d'un Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre (*Journal officiel*, 20 mai 1916). — Décret du 19 mai 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne (*Journal officiel*, 22 mai 1916). — Décret du 27 mai 1916 concernant les contrats d'affrètement pour le transport des charbons entre les ports britanniques et les ports français de la mer du Nord, de la Manche et de l'Océan (*Journal officiel*, 28 mai 1916).

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Secrétaire général fait part également des rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance de la Chambre syndicale : Projet de loi relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre (Chambre des députés, 7 mars 1916). — Projet de loi ouvrant au compte spécial, institué par la loi du 16 octobre 1915, une seconde section destinée à retracer les opérations afférentes aux réquisitions des denrées et substances nécessaires à l'alimentation, au chauffage et à l'éclairage (Chambre des députés, 21 mars 1916). — Proposition de loi ayant pour objet d'avancer l'heure légale pendant la durée de la guerre, présentée par M. Honnorat et ses collègues (Chambre des députés, 21 mars 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie, chargée d'étudier les mesures propres à faciliter la reprise de l'activité économique dans les régions qui ont été momentanément envahies ou qui se trouvent à proximité de la ligne de combat, par M. Petitjean (Chambre des députés, 28 mars 1916). — Proposition de loi tendant à instituer la création d'un service de chèques postaux, présentée par M. Amiard (Chambre des députés, 28 mars 1916).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension);

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés, et circulaires pour l'application de cette loi;

13° Modèle de police d'abonnement;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition);

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.



TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Nouvelle démonstration de la formule de Bjerknes relative au décrément logarithmique.

Dans le Heft 4 du *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, édité en février 1916, se trouve, d'après les *Proc. Inst. Radio-Engineers* (New-York), Vol. 3, Nr 3, 1915, p. 295, un article de M. Louis Cohen donnant une démonstration de la formule de Bjerknes. Mais l'auteur considère une partie de la démonstration comme bien connue et, d'autre part, il renvoie à des tables d'intégrales, enfin la façon dont il mène les calculs est exempte de symétrie. Bien que je sois pour mon compte très reconnaissant à M. Louis Cohen de son travail, j'espère que la démonstration qui va suivre sera mieux que la sienne adaptée aux habitudes d'esprit du public français et que le mode d'exposition que je choisis ne sera pas, pour ce motif, dénué de toute utilité.

On sait que la méthode de Bjerknes consiste à accoupler, en liaison lâche, un circuit oscillant qui contient un thermique, avec le circuit d'étincelle et à lire les déviations qui correspondent à la résonance et à un état voisin de

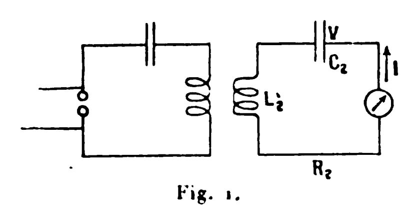


Fig. 1.

la résonance. Le diagramme de la figure 1 précisera les idées.

Le couplage étant lâche, on néglige le réaction du circuit d'étincelle sur le circuit oscillant, qui est censé soumis à la force électromotrice $Ee^{-\alpha_1 t}\cos\omega_1 t$, où α_1 est l'amortissement primaire et $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$ la pulsation du courant primaire.

Si I est le courant de charge du condensateur du circuit oscillant, si V est le potentiel auquel le courant a porté le condensateur, R_2, L_2, C_2 étant la résistance, la self et la capacité du circuit, les équations du problème seront

$$(1)\qquad \begin{cases} L_2\dfrac{dI}{dt} + R_2 I + V = E\,e^{-\alpha_1 t}\cos\omega_1 t, \\ C_2\dfrac{dV}{dt} = I. \end{cases}$$

Les conditions initiales sont

$$I = I_0 = 0 \qquad \text{et} \qquad V = V_0 = 0 \qquad \text{pour} \qquad t = 0.$$

Je pose

$$m = -\alpha_1 + \omega_1\sqrt{-1},$$

et je substitue au système (1) le système

$$(2)\qquad \begin{cases} L_2\dfrac{dI}{dt} + R_2 I + V = E\,e^{mt}, \\ C_2\dfrac{dV}{dt} = I, \end{cases}$$

avec les mêmes conditions initiales.

Il est facile de déduire de la solution du système (2) la solution qui convient au système (1); il suffit d'en prendre la partie réelle.

Or la solution du système (2) est évidemment la suivante :

$$I = \frac{E}{L_2\Delta}\begin{vmatrix} m\,e^{mt} & m & 1 \\ m_1 e^{m_1 t} & m_1 & 1 \\ m_2 e^{m_2 t} & m_2 & 1 \end{vmatrix},$$

$$V = \frac{E}{L_2 C_2\Delta}\begin{vmatrix} e^{mt} & m & 1 \\ e^{m_1 t} & m_1 & 1 \\ e^{m_2 t} & m_2 & 1 \end{vmatrix}.$$

Dans ces formules, m_1 et m_2 sont les racines de l'équation caractéristique

$$L_2 x^2 + R_2 x + \frac{1}{C_2} = 0,$$

et Δ représente la quantité

$$\Delta \equiv (m - m_1)(m - m_2)(m_1 - m_2).$$

La vérification est immédiate. Elle saute aux yeux pour la seconde équation du système (2); pour la première équation de ce système, on remarquera qu'on a

$$L_2\frac{dI}{dt} + R_2 I + V$$
$$= \begin{vmatrix} \left(L_2 m^2 + R_2 m + \dfrac{1}{C_2}\right)e^{mt} & m & 1 \\ \left(L_2 m_1^2 + R_2 m_1 + \dfrac{1}{C_2}\right)e^{m_1 t} & m_1 & 1 \\ \left(L_2 m_2^2 + R_2 m_2 + \dfrac{1}{C_2}\right)e^{m_2 t} & m_2 & 1 \end{vmatrix} \times \frac{E}{L_2\Delta}.$$

Or en développant le déterminant par rapport aux éléments de la première colonne, il vient

$$L_2\frac{dI}{dt} + R_2 I + V$$
$$= L_2(m - m_1)(m - m_2)\,e^{mt} \times (m_1 - m_2) \times \frac{E}{L_2\Delta}$$
$$= E\,e^{mt}.$$

Enfin, on a bien

$$I_0 = V_0 = 0,$$

car chacun des deux déterminants de I et de V s'an-

nule pour $t = 0$, comme ayant alors deux colonnes identiques.

Pour passer aux parties réelles, qui nous doivent donner la vraie solution du problème, il est commode d'introduire les angles trigonométriques.

Posons donc

$$m = r e^{i\varphi}, \qquad m_1 = r_1 e^{i\varphi_1}, \qquad m_2 = r_2 e^{i\varphi_2},$$
$$m_1 - m_2 = R e^{i\Phi}, \quad m - m_2 = R' e^{i\Phi'}, \quad m - m_1 = R'' e^{i\Phi''}.$$

La formule qui donne I, étant développée, donne

$$I = \frac{E}{L_2}\left[\frac{m e^{mt}}{(m-m_1)(m-m_2)} - \frac{m_1 e^{m_1 t}}{(m-m_1)(m_1-m_2)} + \frac{m_2 e^{m_2 t}}{(m-m_2)(m_1-m_2)}\right],$$

d'où

$$I = \frac{E}{L_2}\left[\frac{r}{RR''} e^{mt+i(\varphi-\Phi'-\Phi'')} - \frac{r_1}{R''R} e^{m_1 t+i(\varphi_1-\Phi''-\Phi)} + \frac{r_2}{R'R} e^{m_2 t+i(\varphi_2-\Phi'-\Phi)}\right].$$

Posons

$$m_1 = -\alpha_2 + \omega_2 i, \qquad m_2 = -\alpha_2 - \omega_2 i,$$

il vient

$$I = \frac{E}{L_2}\left[\frac{r e^{-\alpha_1 t}}{R'R''}\cos(\omega_1 t + \varphi - \Phi' - \Phi'') - \frac{r_1 e^{-\alpha_2 t}}{R''R}\cos(\omega_2 t + \varphi_1 - \Phi'' - \Phi) + \frac{r_2 e^{-\alpha_2 t}}{R'R}\cos(-\omega_2 t + \varphi_2 - \Phi' - \Phi)\right].$$

Je vais maintenant apporter à cette formule les simplifications qui résultent de l'hypothèse que α_1 et α_2 sont des quantités petites par rapport à ω_1 et à ω_2 et que la quantité $\omega_1 - \omega_2$, nulle dans le cas de l'accord, reste petite dans l'état voisin de l'accord.

Pour nous rendre compte des simplifications possibles, représentons m, m_1, m_2 dans le plan des imaginaires; nous obtenons les figures 2 et 3.

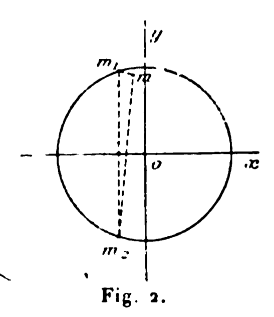


Fig. 2.

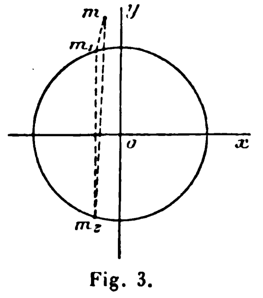


Fig. 3.

Les points m, m_1, m_2 représentatifs des quantités imaginaires de même nom sont, par hypothèse, très voisins de l'axe des y, parce que leurs abscisses $-\alpha_1$, $-\alpha_2$ sont très petites en valeur absolue. Dans le premier cas, le segment $\overline{mm_1}$ est parallèle à l'axe des x, parce qu'on a $\omega_1 = \omega_2$. Dans le second cas, $\alpha_1 - \alpha_2$ étant très petit, la droite mm_1 est parallèle à l'axe des y; néanmoins nous supposerons que $\omega_1 - \omega_2$, tout en restant alors grand par rapport à $\alpha_1 - \alpha_2$, demeure cependant petit en valeur absolue ou par rapport à ω_1 et ω_2.

Cela posé, nous avons

$$m = -\alpha_1 + \omega_1 i = r e^{i\varphi}, \qquad r^2 = \alpha_1^2 + \omega_1^2,$$
$$m_1 = -\alpha_2 + \omega_2 i = r_1 e^{i\varphi_1}, \qquad r_1^2 = \alpha_2^2 + \omega_2^2,$$
$$m_2 = -\alpha_2 - \omega_2 i = r_2 e^{i\varphi_2}, \qquad r_2^2 = \alpha_2^2 + \omega_2^2, \qquad \varphi_2 = -\varphi_1;$$
$$m_1 - m_2 = 2\omega_2 i = R e^{i\Phi},$$
$$m - m_2 = \alpha_2 - \alpha_1 + (\omega_1 + \omega_2) i = R' e^{i\Phi'},$$
$$m - m_1 = \alpha_2 - \alpha_1 + (\omega_1 - \omega_2) i = R'' e^{i\Phi''},$$
$$R = 2\omega_2,$$
$$R'^2 = (\alpha_2 - \alpha_1)^2 + (\omega_1 + \omega_2)^2,$$
$$R''^2 = (\alpha_2 - \alpha_1)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2.$$

On aura donc approximativement

$$r = \omega_1, \qquad r_1 = \omega_2, \qquad r_2 = \omega_2,$$
$$\varphi = \frac{\pi}{2}, \qquad \varphi_1 = \frac{\pi}{2}, \qquad \varphi_2 = -\frac{\pi}{2};$$
$$R = 2\omega_2, \qquad R'^2 = (\omega_1 + \omega_2)^2,$$
$$R''^2 = (\alpha_2 - \alpha_1)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2,$$

et en outre :

Premier cas. — Résonance :

$$R'' = |\alpha_2 - \alpha_1|, \qquad \Phi = \frac{\pi}{2}, \qquad \Phi' = \frac{\pi}{2},$$
$$\Phi'' = \begin{cases} 0, & \alpha_2 - \alpha_1 > 0, \\ \pi, & \alpha_2 - \alpha_1 < 0. \end{cases}$$

Deuxième cas. — État voisin de la résonance :

$$R'' = \sqrt{(\alpha_2 - \alpha_1)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2},$$
$$\Phi = \frac{\pi}{2}, \qquad \Phi' = \frac{\pi}{2}, \qquad \Phi'' = \begin{cases} \frac{\pi}{2}, & \omega_1 - \omega_2 > 0, \\ -\frac{\pi}{2}, & \omega_1 - \omega_2 < 0. \end{cases}$$

Supposons, pour fixer les idées que $\alpha_1 - \alpha_2$ et $\omega_1 - \omega_2$ soient tous deux positifs.

R'' étant très petit par rapport à R et R', on voit que dans l'expression de I, le troisième terme est négligeable vis-à-vis des deux premiers.

Or nous avons le tableau ci-après des valeurs

$\frac{r}{R'R''}$	$\frac{r_1}{RR''}$	$\varphi - \Phi' - \Phi''$	$\varphi_1 - \Phi - \Phi''$
Premier cas :			
$\frac{1}{2(\alpha_2 - \alpha_1)}$	$\frac{1}{2(\alpha_2 - \alpha_1)}$	0	0
Deuxième cas :			
$\frac{1}{2R''}$	$\frac{1}{2R''}$	$-\frac{\pi}{2}$	$-\frac{\pi}{2}$

Pour écrire ces valeurs, nous avons admis qu'on avait

$$\frac{\omega_1}{\omega_1+\omega_2}=\frac{\omega_2}{2\omega_2}=\frac{1}{2}.$$

Soit I_r l'expression de I dans le cas de l'accord; on a

$$I_r=\frac{E}{2L_2(\alpha_2-\alpha_1)}(e^{-\alpha_1 t}-e^{-\alpha_2 t})\cos\omega_1 t.$$

Dans l'autre cas, on a

$$I=\frac{E}{2L_2R''}(e^{-\alpha_1 t}\sin\omega_1 t-e^{-\alpha_2 t}\sin\omega_2 t).$$

Il s'agit maintenant de calculer les expressions

$$j_r=\int_0^\infty I_r^2\,dt,\qquad j=\int_0^\infty I^2\,dt;$$

ces intégrales représentent, en effet, des quantités proportionnelles aux indications du galvanomètre thermique.

Pour effectuer ce calcul, je vais au préalable donner quelques formules auxiliaires.

Soit

$$J_1(\alpha,\omega)=\int_0^\infty e^{-\alpha x}\cos\omega x\,dx,$$

$$J_2(\alpha,\omega)=\int_0^\infty e^{-\alpha x}\sin\omega x\,dx,$$

$$K_1(\alpha,\omega)=\int_0^\infty e^{-2\alpha x}\cos^2\omega x\,dx,$$

$$K_2(\alpha,\omega)=\int_0^\infty e^{-2\alpha x}\sin^2\omega x\,dx.$$

1° J'ai

$$J_1+iJ_2=\int_0^\infty e^{-\alpha x}(\cos\omega x+i\sin\omega x)\,dx$$

$$=\left|\frac{e^{(-\alpha+i\omega)x}}{-\alpha+i\omega}\right|_0^\infty,$$

$$J_1+iJ_2=\frac{\alpha+i\omega}{\alpha^2+\omega^2},$$

d'où

$$J_1=\frac{\alpha}{\alpha^2+\omega^2},\qquad J_2=\frac{\omega}{\alpha^2+\omega^2}.$$

2° J'ai

$$K_1+K_2=\int_0^\infty e^{-2\alpha x}\,dx=\left|\frac{e^{-2\alpha x}}{-2\alpha}\right|_0^\infty=\frac{1}{2\alpha},$$

$$K_1-K_2=\int_0^\infty e^{-2\alpha x}\cos 2\omega x\,dx$$

$$=J_1(2\alpha,2\omega)=\frac{1}{2}\,\frac{\alpha}{\alpha^2+\omega^2},$$

d'où

$$K_1=\frac{1}{4}\,\frac{2\alpha^2+\omega^2}{\alpha(\alpha^2+\omega^2)},\qquad K_2=\frac{1}{4}\,\frac{\omega^2}{\alpha(\alpha^2+\omega^2)}.$$

Approximations. — Supposons α négligeable devant ω, il vient

$$J_1(\alpha,\omega)=\frac{\alpha}{\omega^2},\qquad J_2(\alpha,\omega)=\frac{1}{\omega},$$

$$K_1(\alpha,\omega)=K_2(\alpha,\omega)=\frac{1}{4\alpha}.$$

Revenons au calcul de j_r et de j. On a

$$j_r=\frac{E^2}{4L_2^2(\alpha_2-\alpha_1)^2}\times\left[\int_0^\infty(e^{-2\alpha_1 t}\cos^2\omega_1 t-2e^{-(\alpha_1+\alpha_2)t}\cos^2\omega_1 t+e^{-2\alpha_2 t}\cos^2\omega_1 t)\right]dt$$

ou, d'après les valeurs de K_1,

$$j_r=\frac{E^2}{4L_2^2(\alpha_2-\alpha_1)^2}\left(\frac{1}{4\alpha_1}+\frac{1}{4\alpha_2}-\frac{1}{\alpha_1+\alpha_2}\right)$$

ou

$$j_r=\frac{E^2}{16L_2^2\alpha_1\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)}.$$

Passons au second cas, j'ai

$$j=\frac{E^2}{4L_2R''^2}\int_0^\infty(e^{-2\alpha_1 t}\sin^2\omega_1 t-2e^{-(\alpha_1+\alpha_2)t}\sin\omega_1 t\sin\omega_2 t+e^{-2\alpha_2 t}\sin^2\omega_2 t)\,dt;$$

or on a

$$2\sin\omega_1 t\sin\omega_2 t=\cos(\omega_1-\omega_2)t-\cos(\omega_1+\omega_2)t,$$

d'où

$$\int_0^\infty 2\sin\omega_1 t\sin\omega_2 t\,e^{-(\alpha_1+\alpha_2)t}\,dt=J_1(\alpha_1+\alpha_2,\omega_1-\omega_2)-J_1(\alpha_1+\alpha_2,\omega_1+\omega_2).$$

Donc on a

$$j=\frac{E^2}{4L_2R''^2}[K_2(\alpha_1,\omega_1)+K_2(\alpha_2,\omega_2)-J_1(\alpha_1+\alpha_2,\omega_1-\omega_2)+J_1(\alpha_1+\alpha_2,\omega_1+\omega_2)]$$

ou, le dernier terme étant négligeable vis-à-vis des autres,

$$j=\frac{E^2}{4L_2^2}\,\frac{1}{(\alpha_2-\alpha_1)^2+(\omega_1-\omega_2)^2}\left[\frac{1}{4\alpha_1}+\frac{1}{4\alpha_2}-\frac{\alpha_1+\alpha_2}{(\omega_1-\omega_2)^2}\right],$$

$$j=\frac{E^2}{4L_2^2}\,\frac{(\alpha_1+\alpha_2)}{[(\alpha_2-\alpha_1)^2+(\omega_1-\omega_2)^2]}\,\frac{(\omega_1-\omega_2)^2-4\alpha_1\alpha_2}{4\alpha_1\alpha_2(\omega_1-\omega_2)^2}.$$

Mais on a, par un calcul approché,

$$\frac{(\alpha_2-\alpha_1)^2+(\omega_1-\omega_2)^2}{1-\dfrac{4\alpha_1\alpha_2}{(\omega_1-\omega_2)^2}}=[(\alpha_2-\alpha_1)^2+(\omega_1-\omega_2)^2]\left[1+\frac{4\alpha_1\alpha_2}{(\omega_1-\omega_2)^2}\right]=(\omega_1-\omega_2)^2+(\alpha_1+\alpha_2)^2,$$

d'où

$$j=\frac{E^2}{16L_2^2}\,\frac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_1\alpha_2}\,\frac{1}{[(\alpha_1+\alpha_2)^2+(\omega_1-\omega_2)^2]},$$

d'où

$$j=j_r\frac{(\alpha_1+\alpha_2)^2}{(\alpha_1+\alpha_2)^2+(\omega_1-\omega_2)^2}$$

ou

$$\frac{j_r-j}{j}=\frac{(\omega_1-\omega_2)^2}{(\alpha_1+\alpha_2)^2}$$

ou

$$\alpha_1 + \alpha_2 = (\omega_1 - \omega_2)\sqrt{\frac{j_r - j}{j}}.$$

Posons, conformément aux notations habituelles,

$$\alpha_1 = 2n_1\delta_1, \quad \alpha_2 = 2n_2\delta_2, \quad \omega_1 = 2\pi n_1, \quad \omega_2 = 2\pi n_2,$$

et nous obtenons la formule de Bjerknes

$$\delta_1 + \delta_2 = (n_1 - n_2)\sqrt{\frac{j_r - j}{j}},$$

c'est la formule que nous nous proposions d'établir.

J.-B. POMEY,
Ingénieur des Télégraphes.

Le télégraphe et la traction monophasée; DEVAUX-CHARBONNEL (*Lumière électrique*, 18 mars 1916, p. 265-273). — Cet article est le troisième d'une série dont les deux premiers ont été signalés (21 avril, p. 242 et 19 mai, p. 310). — L'auteur y continue la description sommaire des dispositifs de protection qui ont été essayés sur les lignes télégraphiques et téléphoniques avoisinant les lignes à traction électrique des Chemins de fer du Midi. Ce sont l'appareil Delcamp et l'appareil Brouquier où l'on cherche à équilibrer le courant parasite au moyen d'un transformateur en faisant agir sur le récepteur le courant de la ligne et un courant induit. — Il examine ensuite quelques dispositifs qui utilisent des principes différents de ceux des appareils antérieurement décrits et qui n'ont pas été retenus, bien qu'ils fussent en général efficaces, parce qu'ils obligeaient à modifier considérablement les installations existantes. Ce sont : le dispositif Poulain consistant à insérer en circuit sur la ligne des soupapes électriques sèches formées d'aluminium et de de sous-sulfure de cuivre; le dispositif Magunna consistant à se servir d'un appareil Mercadier-Magunna, lequel, employant comme courant de travail des courants sinusoïdaux de fréquence unique produit par un électro-diapason, n'est pas influencé par les courants parasites dont la période est bien différente en général; le vibreur Drouet utilisant un principe analogue; enfin divers dispositifs ingénieux de Maurice Leblanc. — M. Devaux Charbonnel passe alors à l'influence que produit une variation de la fréquence sur la protection réalisée par les appareils décrits. Il montre que cette influence est faible sur les dispositifs à impédance, mais qu'elle est considérable sur les dispostifs à résonance ou à compensation. Ainsi le dispositif Girousse, qui pourrait efficacement protéger contre toute tension si la fréquence était unique et stable, est généralement insuffisant dès que la tension induite dépasse 150 volts; le déchargeur Latour voit pour des raisons analogues sa puissance limitée à 500 volts environ; l'appareil Brouquier n'a pas été assez étudié expérimentalement pour qu'on ait pu se rendre compte de l'influence de l'instabilité de la fréquence, mais théoriquement son fonctionnement doit être très irrégulier et souvent compromis dès que le courant perturbateur est assez intense pour que les harmoniques prennent une importance appréciable.

Le télégraphe et la traction monophasée; DEVAUX-CHARBONNEL (*Lumière électrique*, 25 mars 1916, p. 289-297). — Dans les trois articles antérieurs, précédemment signalés, l'auteur avait particulièrement envisagé la protection des lignes télégraphiques de faible longueur; dans celui-ci il envisage le cas des appareils rapides et des lignes longues et montre combien la solution est difficile quand on n'agit que sur les installations du télégraphe. — Passant ensuite à la protection du personnel, il indique les précautions qui doivent être prises. Cette question est d'ailleurs extrêmement délicate, car si l'on installe des dérivations au sol pour se protéger contre la tension statique, la tension magnétique qui subsiste peut causer des accidents. Pour remédier dans la mesure du possible à ces accidents on a essayé deux dispositifs. L'un consiste à installer à chaque extrémité de la ligne un déchargeur Pérégo, lequel est une bobine à forte self-induction à deux enroulements égaux dont le point milieu est mis au sol; ce dispositif est efficace, mais il présente un grave inconvénient : il s'établit entre les deux déchargeurs un courant intense de circulation qui les met très rapidement hors de service. L'autre dispositif pare à cet inconvénient; le déchargeur est placé au milieu de la ligne à chaque fil de laquelle il est relié par l'intermédiaire d'un condensateur. — L'auteur considère alors la protection des lignes téléphoniques difficile à réaliser, car il faudrait faire disparaître les courants induits alternatifs produits par les installations de traction tout en conservant aux courants téléphoniques, qui sont eux aussi alternatifs, leur intensité. Des recherches faites actuellement par M. Latour semblent cependant indiquer qu'une solution est possible. — Résumant l'ensemble des considérations exposées dans cet article et les articles antérieurs, l'auteur conclut que, s'il paraît possible d'assurer l'exploitation des lignes télégraphiques de faible longueur et de faible trafic, il semble impossible d'assurer celle des longues lignes télégraphiques et peut-être celle des lignes téléphoniques uniquement par des modifications à ces lignes; il en découle qu'il convient de chercher la solution dans des modifications apportées aux installations perturbatrices, aux installations de traction.

Sur les microphones et les contacts microphoniques; P.-O. PEDERSEN (*Elettrotecnica*, 25 mars 1916, p. 179-183). — Extrait du journal danois *Elektroteknikeren*. La première partie de l'article contient une description de quelques expériences très simples sur les microphones, qui montrent la grande influence exercée par de minimes déplacements de la membrane sur la sensibilité de l'appareil. On constate que toute augmentation de la résistance active du microphone est accompagnée par une augmentation de sa sensibilité. L'auteur en déduit des dispositifs très simples pour sensibiliser les microphones, en particulier l'emploi d'une légère pression appliquée temporairement à la membrane. Dans la seconde partie l'auteur propose une théorie de contacts microphoniques entre charbon et charbon en énonçant deux hypothèses, dont la première concerne le cas particulier des courants extrêmement faibles et la seconde, plus générale, tient compte de l'influence de l'intensité du courant sur la résistance de contact. Les conséquences de ces hypothèses sont mises à l'épreuve au moyen d'une nombreuse série d'expériences, qui les confirment d'une manière très satisfaisante.

Les pylônes à antennes du poste de télégraphie sans fil de Darien, Isthme de Panama; CARLSON (*Engineering News*, 23 mars 1916; *Génie civil*, 6 mai 1916, p. 304). — Les tours en treillis métallique sont au nombre de trois; elles ont une hauteur de 183 m environ et leurs trois pieds sont écartés de 45 m. Elles forment un triangle équilatéral de 300 m de côté. — Chaque pied est ancré à un bloc de béton par l'intermédiaire d'une forte semelle qui repose sur des isolateurs spéciaux et de deux étriers scellés dans ce béton qui prennent appui sur la face supérieure de cette semelle par l'intermédiaire de deux autres groupes d'isolateurs. Ces isolateurs sont en porcelaine et cimentés les uns sur les autres, ils travaillent uniquement à la compression. — L'isolement ainsi obtenu résiste à une tension de 110 000 volts quand les isolateurs sont secs et de 40 000 volts quand ils sont mouillés. Leur résistance mécanique est de près de 200 tonnes par isolateur et leur charge peut être portée à près de 300 tonnes pendant quelques minutes sans grand danger. — Le montage de ces tours a été effectué au moyen d'échafaudages posés à terre pour toute la partie inférieure et jusqu'au-dessus de la jonction de leurs trois pieds. Au-dessus, elle fut poursuivie au moyen de bigues montées sur la tour elle-même.

ÉCLAIRAGE.

RAYONNEMENT.

Les caractéristiques d'un filament de tungstène en fonction de sa température (¹).

L'auteur rappelle que jusqu'ici on a publié un grand nombre de formules et de tables qui permettent de calculer, pour une lampe au tungstène, l'intensité lumineuse, l'intensité du courant, les watts consommés, les watts par bougie, correspondant à une tension déterminée, pourvu que l'on connaisse seulement l'une des variables à une autre tension (²). Dans un travail récent (³), il pense avoir fixé le point de fusion du tungstène à la température de 3540° ± 30° absolus.

Il est facile aussi d'exprimer les caractéristiques d'un filament en fonction de sa longueur, de son diamètre et de sa température. Considérons un très long filament droit, de section circulaire uniforme; nous représenterons sa longueur par l et son diamètre par d; ses extrémités sont reliées à deux conducteurs à la même température, de sorte qu'il n'y a pas de pertes de chaleur par ceux-ci. Le filament, convenablement vieilli par un chauffage de 24 heures à la température de 2400° absolus et dans le vide, est en tungstène pur, ayant une résistivité définie pour chaque température et une surface bien polie. Cet échantillon constitue un « filament idéal »; un filament réel en diffère par les points suivants : 1° les conducteurs lui enlèvent de la chaleur; 2° le filament n'est pas rectiligne; 3° sa surface est rugueuse et souillée, ce qui diminue son pouvoir rayonnant calorifique et lumineux; 4° des impuretés ou des contraintes mécaniques altèrent sa résistivité; 5° les gaz qui l'entourent dissipent de la chaleur par conduction.

I. Caractéristiques d'un filament de tungstène idéal. — Soient P la puissance en watts dépensée dans le filament; J l'intensité lumineuse du filament dans une direction perpendiculaire à sa longueur, telle qu'elle apparaît dans une ampoule ordinaire; Φ le flux lumineux total exprimé en lumens (⁴), $\Phi = \pi^2 J$; U la différence de potentiel aux bornes de la lampe; I l'intensité du courant qui l'alimente; R sa résistance en ohms. Si la surface est uniforme, la puissance absorbée et le pouvoir lumineux lui sont proportionnels; on peut écrire

$$(1) \qquad P = P' \, ld,$$

$$(2) \qquad J = J' \, ld;$$

ici P' et J' ne dépendent plus des dimensions du filament, mais de sa température. On peut aussi écrire

$$\pi^2 J = \pi^2 J' \, ld;$$

et pour l'intensité moyenne sphérique

$$J_0 = \frac{\pi}{4} J' \, ld$$

(le facteur de réduction sphérique f est en effet égal à $0{,}79 = \frac{\pi}{4}$).

Enfin la résistance se représente tout naturellement par la formule connue

$$(3) \qquad R = \frac{R' \, l}{d^2}.$$

Puisque $P = UI$ et $U = RI$, on a

$$U = \sqrt{PR}, \qquad I = \sqrt{\frac{P}{R}}.$$

En remplaçant P et R par leurs valeurs, il vient

$$(4) \qquad U = \frac{U' \, l}{\sqrt{d}},$$

$$(5) \qquad I = I' \, d^{\frac{3}{2}}.$$

L'équation (4) montre que, pour maintenir le filament à une température constante quand on fait varier la longueur ou le diamètre, il faut lui appliquer une tension proportionnelle à la longueur et en raison inverse de la racine carrée du diamètre; d'après (5), l'intensité du courant nécessaire pour porter le filament à une certaine température varie comme la puissance $\frac{3}{2}$ du diamètre.

L'auteur convient d'appeler les grandeurs P', J', R', U' et I' les caractéristiques spécifiques du filament; numériquement elles représentent, les watts, bougies, volts, etc., correspondant à un filament de 1 cm de longueur et 1 cm de diamètre. On a reproduit leurs valeurs dans le tableau I ci-après.

Les nombres de la septième colonne donnent la consommation spécifique ou nombre de watts par bougie. Des équations (1) et (2), on tire

$$(6) \qquad \frac{P}{J} = \frac{P'}{J'}.$$

D'après la définition de J, il est évident qu'il

(¹) Irving Langmuir, *General Electric Review*, t. XIX, mars 1916, p. 208-212.

(²) *Voir* dans *La Revue électrique*, t. XII, 15 janvier 1910, p. 14 : *Études récentes sur les lampes à filament métallique*.

(³) *Physical Review*, 2e série, t. VI, août 1915, p. 138-157.

(⁴) Pour ces formules, *voir* la *Littérature des Périodiques* de mars 1912, p. 19, et surtout du 20 juin 1913, p. 178.

TABLEAU I. — CARACTÉRISTIQUES DU « FILAMENT DE TUNGSTÈNE IDÉAL ».

T absolue.	P'.	J'.	R'.	U'.	I'.	$\frac{P}{J}$.	$\frac{R}{R_{20}}$.	p baryes.	m gram · cm² : sec.	i amp : cm².	$\frac{l}{l_0}$.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
273°	"	"	6,37 $\times 10^{-6}$	"	"	"	0,907	"	"	"	"
300	0,00034	"	7,24	0,00005	6,9	"	1,031	"	"	"	1,00000
400	0,0112	"	10,43	0,00034	33	"	1,486	"	"	"	1,00026
500	0,0424	"	13,76	0,00076	56	"	1,960	"	"	"	1,00053
600	0,1131	"	17,23	0,00140	81	"	2,454	"	"	"	1,00082
700	0,2606	"	20,83	0,00233	112	"	2,967	"	"	"	1,00111
800	0,5420	"	24,55	0,00365	149	"	3,497	"	"	"	1,00142
900	1,043	"	28,36	0,00544	192	"	4,040	"	"	"	1,00173
1000	1,885	0,0001	32,24	0,00780	242	13460	4,593	"	"	12 $\times 10^{-15}$	1,00206
1100	3,225	0,0012	36,20	0,0108	298	2680	5,156	"	"	1,48 $\times 10^{-12}$	1,00240
1200	5,258	0,0074	40,23	0,0145	362	712	5,731	"	"	82 $\times 10^{-12}$	1,00275
1300	8,207	0,0346	44,34	0,0191	430	237	6,316	"	"	2,56 $\times 10^{-9}$	1,00311
1400	12,32	0,1325	48,52	0,0244	504	93,0	6,912	"	"	46,3 $\times 10^{-9}$	1,00349
1500	17,87	0,4243	52,77	0,0307	582	42,1	7,517	"	"	0,58 $\times 10^{-6}$	1,00387
1600	25,17	1,179	57,13	0,0379	664	21,35	8,138	"	"	5,42 $\times 10^{-6}$	1,02427
1700	34,55	2,928	61,61	0,0461	749	11,80	8,776	"	"	37,8 $\times 10^{-6}$	1,00468
1800	46,34	6,552	66,19	0,0554	837	7,074	9,429	"	"	214 $\times 10^{-6}$	1,00510
1900	60,98	13,46	70,89	0,0658	928	4,530	10,10	"	"	0,00103	1,00553
2000	78,87	25,90	75,67	0,0772	1021	3,045	10,78	8,60 $\times 10^{-9}$	114 $\times 10^{-15}$	0,0042	1,00597
2100	100,5	46,8	80,52	0,0900	1117	2,147	11,47	111 $\times 10^{-9}$	1,44 $\times 10^{-12}$	0,0151	1,00642
2200	126,3	80,6	85,41	0,1039	1216	1,568	12,17	1,13 $\times 10^{-6}$	14,4 $\times 10^{-12}$	0,0483	1,00689
2300	157,1	133,3	90,41	0,1192	1318	1,179	12,88	9,4 $\times 10^{-6}$	117 $\times 10^{-12}$	0,1377	1,00736
2400	193,2	209,8	95,39	0,1357	1423	0,921	13,59	65,7 $\times 10^{-6}$	798 $\times 10^{-12}$	0,365	1,00785
2500	235,5	319,6	100,48	0,1538	1531	0,737	14,31	392 $\times 10^{-6}$	4,67 $\times 10^{-9}$	0,891	1,00835
2600	284,5	471	105,56	0,1733	1642	0,604	15,04	2,02 $\times 10^{-3}$	23,6 $\times 10^{-9}$	2,044	1,00886
2700	341,1	675	110,69	0,1943	1756	0,505	15,77	9,27 $\times 10^{-3}$	106 $\times 10^{-9}$	4,35	1,00938
2800	406,3	944	115,83	0,2169	1873	0,430	16,50	0,0381	429 $\times 10^{-9}$	8,33	1,00991
2900	480,5	1290	120,9	0,2410	1993	0,372	17,22	0,141	1,57 $\times 10^{-6}$	17,1	1,01046
3000	565,2	1729	126,1	0,2669	2117	0,327	17,96	0,483	5,23 $\times 10^{-6}$	31,7	1,01101
3100	660,7	2272	131,2	0,2944	2244	0,291	18,69	1,52	16,3 $\times 10^{-6}$	57,2	1,01158
3200	768,8	2941	136,2	0,3236	2376	0,2615	19,40	4,45	46,7 $\times 10^{-6}$	101	1,01215
3300	889,6	3763	141,1	0,3543	2511	0,2364	20,10	12,1	126 $\times 10^{-6}$	171	1,01274
3400	1025	4725	146,0	0,3868	2649	0,2169	20,80	31,2	320 $\times 10^{-6}$	275	1,01334
3500	1176	5869	150,9	0,4213	2792	0,2004	21,50	76,3	769 $\times 10^{-6}$	437	1,01396
3540	1241	6373	152,8	0,4355	2850	0,1948	21,77	107	0,00107	510	

s'agit ici du nombre de watts par bougie moyenne horizontale, quand le fil est vertical et qu'il n'y a pas d'absorption de lumière par les supports. Les watts par bougie moyenne sphérique s'obtiennent en multipliant $\frac{P}{J}$ par $\frac{4}{\pi}$ ou $1,27 \times \frac{P}{J}$.

Dans la huitième colonne sont inscrits les rapports des résistances à chaud à la résistance à froid; celle-ci est prise à 20° C. Ainsi R', à

$$T = 293° = 273° + 20° \mathrm{K}.$$

(degrés Kelvin ou absolus), est égal à $7,02 \times 10^{-6}$, de sorte que

$$\frac{R}{R_{20}} = 0,1414 \times 10^{6} \times R'.$$

Les pressions p de la neuvième colonne représentent, en baryes, la tension de vapeur du tungstène métallique; on les convertit en millimètres de mercure en les multipliant par 0,00075; la colonne suivante contient les masses m de vapeur formées en grammes : cm² : sec. L'émission d'électrons par le tungstène pur, dans une enceinte très raréfiée, est caractérisée par les courants de saturation i exprimés en ampères : cm² dans la colonne **11**. Il faut remarquer que les impuretés du tungstène commercial se traduisent toujours par une émission plus grande que celle relative au métal idéal. Enfin les chiffres de la dernière colonne montrent l'allongement du tungstène aux hautes températures; ils représentent le rapport de la longueur du filament à une température déterminée et de la longueur à la température de 20° C.

On mesure le diamètre des gros fils avec un bon micromètre; pour les petits fils, il est préférable d'en peser une certaine longueur et de déduire leur diamètre de la formule

$$(7) \qquad d = 0,008186\sqrt{\rho},$$

où ρ représente la masse du fil en milligrammes par centimètre de longueur; la densité du tungstène est prise



égale à 19,0, d'après des filaments ayant fonctionné longtemps dans des lampes.

II. Caractéristiques des « filaments réels ». — Pour appliquer les données numériques du tableau I à un filament usagé, il faut tenir compte des facteurs qui altèrent les propriétés du filament idéal.

a. Perte de chaleur par les conducteurs. — Considérons une simple boucle soudée à deux conducteurs. Le refroidissement des extrémités de la boucle en contact avec ceux-ci a pour conséquence une diminution de la résistance et du pouvoir lumineux total. Alors pour un courant déterminé qui traverse le filament, la tension est abaissée de ΔU et l'intensité lumineuse, de ΔJ. L'auteur a trouvé que ces variations sont très bien représentées par les formules suivantes :

$$(8) \qquad \Delta U = 0{,}00034(T - 300),$$

$$(9) \qquad \Delta J = 0{,}00087\frac{J}{U}(T - 300).$$

Les variations ainsi calculées correspondent à un effet maximum des conducteurs supposés assez gros, pour abaisser la température des extrémités à la température ambiante. Dans les conditions ordinaires, on appliquera plutôt les formules suivantes :

$$(10) \qquad \Delta U = 0{,}00026(T - 300),$$

$$(11) \qquad \Delta J = 0{,}00074\frac{J}{U}(T - 300).$$

b. Correction du défaut de rectitude. — L'enroulement du filament en boucle n'altère aucune de ses propriétés caractéristiques, mais seulement la répartition de la lumière. Le nombre total de lumens ou l'intensité moyenne sphérique restent les mêmes; par contre, l'intensité moyenne horizontale éprouve une grande variation. Cet effet est surtout sensible pour les filaments en hélice dont certaines radiations peuvent être arrêtées par les spires voisines de leur centre d'émission. Cette disposition se traduit par une diminution du nombre de watts consommés et de l'intensité moyenne sphérique, mais à une même température correspond toujours une même résistance.

c. Influences du grain ou des souillures superficielles. — Un filament absorbant à chaud des vapeurs de carbure augmente de pouvoir émissif, en sorte que, pour une température donnée, les watts absorbés et les bougies rayonnées deviennent plus considérables. Une oxydation du filament à basse température produit des effets semblables. On se rend compte de ces variations en déterminant les caractéristiques du filament avant son vieillissement; quand celui-ci a été poussé assez loin, on constate que les propriétés superficielles du filament monté dans une ampoule bien vidée sont remarquablement constantes.

d. Influence des impuretés dans le métal. — Des traces de carbone augmentent beaucoup la résistance du filament; environ de 5 pour 100 à la température ambiante pour une proportion d'impuretés allant de 0,1 à 1 pour 100.

e. Influence des gaz sur les pertes de chaleur par conduction. — Aux basses pressions des gaz résiduels d'une ampoule, c'est-à-dire, aux pressions inférieures à 1000 baryes ou 0,7 mm de mercure, les pertes de chaleur par conduction exprimées en watts se calculent à l'aide de la relation

$$(12) \qquad P'_c = \frac{P_c}{ld} = 0{,}00114\,\frac{\alpha p}{1 - k\sqrt{MT_0}}(T - T_0).$$

α est un coefficient qui caractérise le gaz; il est égal à 0,2 pour l'hydrogène et oscille entre 0,80 et 0,90 pour la plupart des autres gaz; k est le rapport des chaleurs spécifiques sous pression constante et sous volume constant. L'auteur indique que, pour tous les gaz monoatomiques tels que l'argon, le néon et la vapeur de mercure, $k = 1{,}666$; pour les gaz diatomiques tels que l'hydrogène, l'azote, etc., $k = 1{,}40$; enfin pour les gaz triatomiques tels que CO^2, $k = 1{,}29$ environ; p représente la pression du gaz en baryes (la mégabarye ou 10^6 baryes correspond à 750 mm de mercure); M, la masse moléculaire du gaz; T, la température absolue du filament; T_0, la température de l'ampoule.

Au point de vue pratique, il est intéressant de simplifier la formule (12), au moins pour les gaz le plus souvent employés dans les ampoules à incandescence; la température de celles-ci est supposée uniformément égale à 300° C.

On trouve ainsi, pour l'azote,

$$(13) \qquad P'_c = 24{,}9 \times 10^{-6}p(T - T_0);$$

pour l'argon,

$$(14) \qquad P'_c = 12{,}5 \times 10^{-6}p(T - T_0);$$

pour la vapeur de mercure,

$$(15) \qquad P'_c = 6{,}3 \times 10^{-6}p(T - T_0);$$

pour l'hydrogène,

$$(16) \qquad P'_c = 24{,}6 \times 10^{-6}p(T - T_0).$$

Cette dernière formule n'est valable que jusqu'à 1500° absolus environ; au delà l'hydrogène est dissocié et la quantité de chaleur absorbée par les éléments de la dissociation est à peu près 20 fois plus grande que celle qu'on calculerait par la formule (16) [1].

A titre d'exemple, comparons la chaleur perdue par conduction à la chaleur rayonnée par un filament incandescent. Soit $T = 2500°$ K; la table I donne $P' = 2351$; faisons $p = 1$, ce qui est une pression rarement atteinte dans une lampe bien vidée; on trouve alors

$$P'_c = 0{,}055$$

pour l'azote;

$$P'_c = 0{,}028$$

pour l'argon;

$$P'_c = 0{,}014$$

pour la vapeur de mercure et

$$P'_c = 0{,}054$$

---

[1] Langmuir, *J. Amer. chem. Soc.*, t. XXXVII, 1915, p. 417.

pour l'hydrogène d'après la formule (16), mais les expériences directes donnent $P'_c = 1$. Même dans ce dernier cas, qui est le plus défavorable, le rapport cherché n'atteint pas 0,5 pour 100.

Quand la pression dépasse 500 baryes, les formules ci-dessus ne sont plus applicables; les pertes de chaleur par conductibilité du gaz se calculent d'une autre manière [1]. L'expérience enfin a montré que l'introduction de gaz chimiquement inactifs par rapport au tungstène ne changent rien aux relations entre la résistance et la température ou entre l'intensité lumineuse et la température. B. K.

Nouvelle relation déduite de la loi de Planck [2].

De toutes les relations qu'il est possible de déduire de la loi de Planck, on a retenu principalement les deux lois du déplacement de Wien :

$$\lambda_m \Theta = \text{const.} \qquad \text{et} \qquad \rho_m \Theta^{-5} = \text{const.}$$

Considérons la fonction de λ et Θ définie par l'équation

$$\eta(\lambda, \Theta) = \frac{\rho_\lambda}{\int_0^\infty \rho_\lambda \, d\lambda}$$

où ρ_λ représente l'intensité du rayonnement pour une température Θ et une longueur d'onde λ et déterminée par la formule

$$\rho_\lambda = \frac{C}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c}{\lambda\Theta}} - 1}.$$

Égalons à zéro les dérivées de cette fonction par rapport à λ et à Θ; les racines de ces équations donnent

$$\lambda_m \Theta = \text{const.} = 2940 \text{ microns par degré}$$

pour $\frac{\partial \eta}{\partial \lambda} = 0$, c'est-à-dire la loi de Wien et

$$\lambda \Theta_m = 3686 \text{ microns par degré}$$

pour $\frac{\partial \eta}{\partial \Theta} = 0$. On admet pour c la valeur 14 450 microns par degré.

L'auteur se propose de démontrer à son tour que le produit de la température absolue Θ par l'abscisse λ_c du centre de gravité de la courbe d'énergie du spectre est constant. Cette dernière est obtenue en portant en abscisses les longueurs d'onde λ en microns et en ordonnées la puissance rayonnée ρ_λ. Par définition, on a

$$\lambda_c = \frac{\int_0^\infty \rho_\lambda \lambda \, d\lambda}{\int_0^\infty \rho_\lambda \, d\lambda}.$$

Posons $x = \frac{c}{\lambda\Theta}$ dans la formule qui donne ρ_λ; il vient

$$\lambda_c = \frac{c}{\Theta} \frac{\int_0^\infty x^2 (e^x - 1)^{-1} \, dx}{\int_0^\infty x^3 (e^x - 1)^{-1} \, dx}.$$

Si l'on effectue la division $\frac{1}{e^x - 1}$, on voit que le numérateur et le dénominateur prennent la forme d'une fonction Γ définie par la relation

$$\int_0^\infty e^{-kx} x^{n-1} \, dx = \frac{\Gamma(n)}{k^n}.$$

La valeur de λ_c est alors déterminée, car on a

$$\lambda_c = \frac{c}{\Theta} \frac{\left(1 + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{3^3} + \ldots\right)}{\left(1 + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{3^4} + \ldots\right)},$$

$$\lambda_c = 0,37021 \frac{c}{\Theta}.$$

C'est une nouvelle relation déduite de la loi de Planck. En remplaçant c par sa valeur 14 450, on a finalement

$$\lambda_c \Theta = 5350 \text{ microns par degré.}$$

B. K.

Notes sur le pouvoir émissif du tungstène [1].

Le rayonnement monochromatique du corps noir pour la longueur d'onde λ est donné par la relation

(1) $$\rho_\lambda = C \lambda^{-5} \frac{1}{e^{\frac{c}{\lambda\Theta}} - 1}.$$

Pour un filament de tungstène de 1 cm de longueur et 1 cm de diamètre, de pouvoir émissif monochromatique E_λ, l'énergie totale rayonnée est

(2) $$R = \pi \int_0^\infty E_\lambda \rho_\lambda \, d\lambda.$$

La loi de Stefan-Boltzmann nous donne, d'autre part,

(3) $$R = \pi E \sigma \Theta^4$$

où E représente le pouvoir émissif intégral du filament; la constante $\sigma = 5,633 \times 10^{12}$ watt : cm². Nous reproduisons ci-après quelques-unes des valeurs de E à partir de 1200° K. tirées de cette dernière formule.

---

[1] I. LANGMUIR, *Physical Review*, 1912, p. 401.

[2] P.-D. FOOTE, *Physical Review*, 2e série, t. VII, février 1916, p. 224.

[1] Irving LANGMUIR, *Physical Review*, t. VII, mars 1916, p. 320 et 328.

Températures absolues.	E.	Températures absolues.	E.
°		°	
1200	0,1435	2600	0,3517
1400	0,1813	2800	0,3733
1600	0,2170	3000	0,3941
1800	0,2494	3200	0,4142
2000	0,2785	3400	0,4334
2200	0,3046	3540	0,4467
2400	0,3920		

Pour les basses températures jusqu'à 600° K., les valeurs de E ont été déduites d'une formule de Foote, à savoir :

$$E = 0,5726\sqrt{\rho\Theta}, \tag{4}$$

où ρ est la résistivité en ohms par centimètre. On a :

Températures absolues..	300°	400°	500°	600°
E	0,0237	0,0330	0,0421	0,0514

L'insuffisance de la formule de Foote aux hautes températures (elle donne à 3000°, $E = 0,3125$ au lieu de 0,3941) peut s'expliquer par cette remarque de Rubens que, pour les longueurs d'onde inférieures à 2 μ, le coefficient de température du pouvoir émissif des métaux est négligeable ou du moins très petit, tandis que, pour les longueurs supérieures à 6 μ, il est assez élevé et se déduit avec une très grande précision de la formule Hagen-Rubens :

$$E_\lambda = 0,365\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}}. \tag{5}$$

Pour ces grandes longueurs d'onde, le coefficient de température du pouvoir émissif est la moitié de celui de la résistivité ρ. Comme la formule de Foote découle de la dernière, elle n'est applicable que dans les limites des longueurs d'onde qui conviennent à la formule Hagen-Rubens. Or la longueur d'onde correspondant au maximum d'énergie à 600° K. est 5 μ et 2 μ à 1500° K. Donc 600° K. constitue bien la limite supérieure d'application de la formule de Foote donnant E total.

Entre 600° et 1200°, on a déterminé E par interpolation des valeurs correspondant aux températures inférieures à 600° et supérieures à 1200° K.

Réciproquement, connaissant les valeurs de E au-dessous de 1200° K., on a tiré les valeurs correspondantes de R de la relation de Stefan-Boltzmann; toutefois, aux très basses températures, on doit tenir compte du rayonnement noir du milieu ambiant en écrivant l'équation de R sous la forme

$$R = \pi\sigma[E\Theta^4 - A_0\Theta_0^4]. \tag{6}$$

Ici A_0 est le coefficient d'absorption intégrale d'un filament de température Θ pour l'énergie rayonnée par un corps noir de température $\Theta_0 = 293°$ K. Or la longueur d'onde caractéristique de l'énergie rayonnée à la température du laboratoire (soit 20° C.) est plus grande que 6 μ, ce qui nous permet d'appliquer la formule de Hagen-Rubens et, comme conséquence, la formule de Foote. L'auteur donne, finalement, sans autre indication, pour la variation de A_0 la formule

$$A_0 = 0,0230\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}, \tag{7}$$

où ρ représente la résistivité aux températures s'étendant de 20° à 300° C. environ et ρ_0 cette même résistivité à 20°.

Une autre remarque intéressante de M. Langmuir est la suivante : Considérons un filament de tungstène et un corps noir portés respectivement à des températures absolues Θ et Θ' ($\Theta < \Theta'$) telles que la coloration de leurs lumières soit la même; dans ces conditions le rapport des énergies rayonnées pour toutes les longueurs d'onde du spectre visible doit être constant.

Si nous utilisons la loi de Wien, au lieu de la formule (1), à la distribution de l'énergie dans le spectre visible, on a pour le filament de tungstène

$$R_\lambda = C\lambda^{-5}E_\lambda e^{-\frac{c}{\lambda\Theta}}$$

et, pour le corps noir,

$$\rho_\lambda = C\lambda^{-5}e^{-\frac{c}{\lambda\Theta'}}.$$

On tire de là

$$\frac{R_\lambda}{\rho_\lambda} = E_\lambda e^{-\frac{c}{\lambda}\left[\frac{1}{\Theta} - \frac{1}{\Theta'}\right]} = \text{const.},$$

$$\operatorname{Log} E_\lambda - \frac{c}{\lambda}\left[\frac{1}{\Theta} - \frac{1}{\Theta'}\right] = \operatorname{Log}\text{const.},$$

$$\frac{d(\operatorname{Log} E_\lambda)}{d\lambda} = \frac{c}{\lambda^2}\,\frac{\Theta' - \Theta}{\Theta^2}. \tag{8}$$

Nous avons indiqué ailleurs que la différence $\Theta - \Theta'$ est toujours très petite; c'est pourquoi, au dénominateur nous avons posé $\Theta = \Theta'$. En prenant pour la constante c le nombre 1,439 cm par degré et pour λ, 550×10^7 cm, le tableau suivant donne les valeurs de (8) à différentes températures :

Θ.	Θ'.	$\Theta' - \Theta$.	$\frac{d \operatorname{Log} E_\lambda}{d\lambda}$.
1800	1841	41	— 5,900
2000	2050	50	— 5,800
2200	2257	57	— 5,500
2400	2464	64	— 5,100
2600	2672	72	— 4,900
2800	2877	77	— 4,500
3000	3082	82	— 4,200
3200	3285	85	— 3,800

On voit que l'expression $\frac{d(\operatorname{Log} E_\lambda)}{d\lambda}$ varie avec la température; il doit en être de même du pouvoir émissif E_λ du tungstène; mais quel doit être l'ordre de grandeur de cette variation pour qu'elle concorde avec les nombres trouvés ci-dessus ? Admettons que $E_\lambda = 0,46$ pour $\lambda = 0,666$ μ à 2400° absolus; en intégrant l'équation (8) nous aurons les valeurs de E_λ, à cette même température, mais pour d'autres longueurs d'onde. Les résultats sont rapportés dans la troisième colonne du tableau ci-après :

microns.	1800° K.	2400° K.	3000° K.	Valeurs de Coblentz pour 300° K.
0,7	0,440	0,450	0,463	0,460
0,664	0,449	(0,460)	0,470	»
0,60	0,465	0,475	0,483	0,487
0,55	0,480	0,486	0,494	»
0,5	0,495	0,498	0,503	0,507
0,4	(0,525)	0,525	0,525	0,530

En comparant les nombres de la colonne 2400°, on constate que, pour une même température, le pouvoir émissif augmente quand la longueur d'onde diminue. Il est fort probable, d'après les travaux de Rubens, que le coefficient de température du pouvoir émissif prend une valeur appréciable dans la région des grandes longueurs d'onde, mais que l'on peut le considérer comme négligeable pour $\lambda = 0{,}4\ \mu$. On aura donc $E_\lambda = 0{,}525$ pour $\lambda = 0{,}4\ \mu$ à toutes les températures. Avec cette nouvelle hypothèse, l'équation (8) nous servira de base pour le calcul de E_λ aux températures 1800°, 2400° et 3000° K. pour d'autres longueurs d'onde. Les résultats sont inscrits dans le tableau ci-dessus; il en ressort que les variations de E_λ avec la température sont si faibles qu'elles n'affectent pas sensiblement l'échelle des températures fondée sur la constance du pouvoir émissif. Dans tous les cas la correction aurait pour conséquence de placer l'échelle des températures vraies entre l'échelle Nernst et l'échelle Langmuir. Nous reproduisons ci-dessous les différences entre ces dernières pour un certain nombre de températures Θ :

Θ_L.	$\Theta_L - \Theta_N$.	Θ_L.	$\Theta_L - \Theta_N$.
1300.......	− 26	2500.......	+ 10
1400.......	− 24	2600.......	+ 13
1500.......	− 26	2700.......	+ 17
1600.......	− 18	2800.......	+ 21
1700.......	− 16	2900.......	+ 25
1800.......	− 13	3000.......	+ 29
1900.......	− 9	3100.......	+ 33
2000.......	− 5	3200.......	+ 36
2100.......	− 2		
2200.......	+ 2	3300.......	+ 37
2300.......	+ 4	3400.......	+ 41
2400.......	+ 8	3500.......	+ 43

Les physiciens E.-P. Hyde, F.-E. Cady et W.-E. Forsythe ont également estimé la température d'un corps incandescent d'après la couleur de la lumière qu'il rayonne et que nous appellerons sa température *colorée* pour calquer l'expression de température noire. Voici les résultats de mesures relatives à une lampe à filament de tungstène :

Rendement spécifique en lumens par watts.	Températures (K.) colorée.	noire (pour $\lambda = 0{,}0665\ \mu$).	vraie.
	°	°	°
1..............	1763	1627	1729
2..............	1917	1753	1875
3..............	2025	1840	1976
4..............	2109	1909	2056
5..............	2179	1967	2125
6..............	2237	2017	2184
7..............	2290	2062	2238
8..............	2338	2102	2286
8,275 (1).......	2350	2113	2299
9..............	2383	2140	2332
10..............	2405	2174	2373

Entre la température colorée et l'énergie totale rayonnée, exprimée en watts, on a la relation

$$R = A\Theta_c^{4,93}$$

pour le filament de tungstène et

$$R = B\Theta_c^{4,13}$$

pour le filament de carbone.

Pour résumer tout ce qui précède, on peut dire : que le pouvoir émissif intégral du tungstène croît avec la température; que le pouvoir émissif monochromatique est pratiquement indépendant de la température, sauf pour les très grandes longueurs d'onde (6 μ) ; mais qu'il croît quand on passe des grandes aux petites longueurs d'onde (4 μ).

La formule de Hagen-Rubens donne le pouvoir émissif monochromatique pour les températures absolues inférieures à 600° K ; celle de Foote, qui dérive de la première, ne permet donc de calculer le pouvoir émissif total que dans les mêmes limites de température.

B. K.

(1) Cette valeur correspond à 1,2 watt par bougie moyenne horizontal en prenant pour facteur de réduction 0,79.

Le point de fusion du tungstène; IRVING LANGMUIR (*Physical Review*, 2e série, t. VI, août 1915, p. 138-157). — **La conductibilité calorifique du tungstène aux hautes températures et la loi Wiedmann-Franz et Lorenz.** — **Le rayonnement des filaments de tungstène et l'équivalent mécanique de la lumière**; IRVING LANGMUIR (*Physical Review*, 2e série, t. VII, janvier 1916, p. 151-153). — Ces trois articles contiennent des résultats très intéressants dont nous indiquerons seulement les plus caractéristiques. Les formules dont l'auteur a fait usage sont toutes connues ou, du moins, il est facile de les retrouver dans *La Revue électrique*, t. XIII, 15 janvier 1910, pages 14 à 19. Dans une première série d'expériences il s'est servi de la formule de Rasch modifiée par Nernst, formule qui donne la température d'un corps noir incandescent en fonction de l'éclat exprimé en hefners par millimètre carré; pour l'appliquer à un métal quelconque dont l'éclat intrinsèque e est mesuré en bougies internationales par centimètre carré, il faut diviser e par

$$100 \times 0{,}90 \times \text{pouvoir réflecteur}.$$

En première approximation l'auteur admet pour le pouvoir réflecteur du tungstène le nombre 0,51; la formule de Nernst

$$\Theta = \frac{11\,230}{5{,}367 - \log_{10} K}$$

devient, en remplaçant K par sa valeur,

$$K = \frac{e}{0{,}51 \times 0{,}9 \times 100}, \qquad \Theta = \frac{11\,230}{7{,}029 - \log_{10} e}.$$



Le facteur 0,9 intervient pour la conversion des bougies hefner en bougies internationales. Une moyenne de 11 mesures de l'éclat pendant la fusion des filaments a donné 3528° K. pour la température de fusion; les valeurs de *e* ont oscillé entre 6750 et 7460 bougies par centimètre carré. En discutant les causes d'erreur, l'auteur estime que cette détermination ne répond qu'à une précision de ± 50°. Il a contrôlé ce premier résultat par deux autres méthodes en utilisant un pyromètre Holborn-Kurlbaum. Dans la première, on mesure la température noire de filaments de tungstène portés à leur point de fusion et en même temps on évalue leur pouvoir émissif en observant des filaments enroulés en hélice; dans le second procédé, on produit un arc alternatif entre deux blocs de tungstène très rapprochés et l'on augmente graduellement l'intensité du courant jusqu'à ce que les surfaces en regard entrent en fusion. On détermine alors l'éclat de l'une des surfaces et celle de l'image de l'autre réfléchie par la première, on obtient d'un coup la température noire et le pouvoir réflecteur. Le pyromètre étant étalonné pour la longueur d'onde 0,667 μ, on a trouvé d'une part 0,46 pour le pouvoir émissif et 3532° K. pour la température de fusion et, d'autre part, 0,425 et 3566° K. En discutant les erreurs possibles, on voit que la température de fusion est très probablement 3540° K. ± 30°. Signalons que tous les filaments expérimentés étaient plongés dans une atmosphère d'azote. — Pour fixer l'équivalent énergétique de la lumière, en watts par lumen, il faut d'abord connaître les watts utiles pour l'éclairage qui se calculent par la formule

$$L_w = \int_0^\infty E_\lambda V_\lambda \rho_\lambda \, d\lambda,$$

dans laquelle E_λ représente le pouvoir émissif du filament de tungstène; V_λ est le coefficient de luminosité, ou mieux la courbe de sensibilité de l'œil, qui s'exprime en fonction de la température absolue par une relation telle que

$$V = V_0 e^{-K(\lambda-\lambda_m)^2}$$

(*La Revue électrique, loc. cit.*). La valeur de ρ_λ pour le corps noir se déduit de la formule de Planck, en donnant aux constantes C et c les valeurs $C = 3{,}72 \times 10^{-12}$ watt et $c = 1{,}4302$ cm par degré. Les watts rayonnés sous forme lumineuse par le corps noir, à la la même température, sont donnés par l'intégrale

$$L_B = \int_0^\infty V_\lambda \rho_\lambda \, d\lambda.$$

Les valeurs de ces intégrales sont obtenues par la méthode de Simpson en utilisant 35 ordonnées; on les a calculées pour chacune des 8 températures comprises entre 1000° K. et 3500° K. pour lesquelles l'auteur a voulu comparer les watts par cm² rayonnés sous forme lumineuse par le corps noir et le tungstène. Le tableau ci-dessous contient quelques résultats intéressants :

Températures en ° K.	L_B pour le corps noir.	L_w pour le tungstène.
1000..........	0,00000109	0,000000532
1300..........	0,000269	0,000132
1500..........	0,00329	0,001615
1750..........	0,03429	0,01687
2000..........	0,2000	0,0986
2500..........	2,458	1,216
3000..........	13,26	6,580
3500..........	44,98	22,34

On a pris $E_\lambda = 0{,}46$ pour $\lambda = 0{,}66\,\mu$ et $E_\lambda = 0{,}50$ pour $\lambda = 0{,}55\,\mu$. Pour d'autres longueurs d'onde du spectre visible, les valeurs du pouvoir émissif ont été déduites par interpolation de ces deux valeurs. Pour la question qui nous intéresse, soit M l'équivalent mécanique de la lumière en watts par lumen; on aura le nombre total de lumens rayonnés par le tungstène en divisant L_w par M et le nombre de bougies par centimètre carré se déduit en divisant le nombre de lumens par π; d'où $C' = \frac{L_w}{\pi M}$. Par expérience, l'auteur a trouvé que, au-dessus de 1900° C., le rapport $\frac{C'}{L_w}$ est constant et égal à 262,7; on a donc $\frac{C'}{L_w} = \frac{1}{\pi M} = 262{,}7$, d'où l'on tire M. Tous calculs faits, l'auteur trouve que le lumen vaut 0,00121 watt, résultat concordant avec celui indiqué par Nutting, 0,00120, mais qui diffère beaucoup de celui établi par Ives, Coblentz et Kingsbury par d'autres méthodes et qui est 0,00159 watt pour le lumen (au lieu de 0,00162). (*La Revue électrique*, t. XXIV, octobre 1915, p. 240.) Pratiquement, on arriverait à un résultat exact pour la valeur de M, à la condition de photométrer la lumière correspondant à $\int_0^\infty E_\lambda V_\lambda \rho_\lambda \, d\lambda$ à travers une solution absorbante dont la courbe de transmission serait identique à la courbe de sensibilité rétinienne. Les corrections effectuées par Ives, en tenant compte précisément de cette dernière condition, n'ont cependant donné que 0,00125 watt par lumen au lieu de 0,00159; il attribue ce désaccord à une insuffisance de la formule de Planck pour les petites longueurs d'onde.

Équivalent lumineux de l'énergie radiante (*Elettrotecnica*, 5 juin 1915; *Industrie électrique*, 25 avril 1916, p. 150-154). — L'auteur fait d'abord observer que, si l'on connaît mal cet équivalent, c'est à cause, d'une part, de l'imprécision de l'unité de lumière, d'autre part et surtout, de la complexité du fonctionnement de l'œil. Il montre ensuite que, si l'on maintient l'éclairement suffisamment intense mais sans toutefois trop l'élever, il y a lieu de considérer quatre valeurs de l'équivalent : celle de la lumière monochromatique en fonction de la longueur d'onde pour un égal éclairement, celle de la même lumière pour égale acuité visuelle, celle de la lumière blanche en fonction de la température par égal éclairement, enfin celle de la même lumière par égale acuité visuelle. On peut d'ailleurs en avoir quatre autres pour un faible éclairement et une infinité d'autres pour les éclairements intermédiaires. — L'auteur montre comment on calcule le troisième équivalent : celui de la lumière blanche en fonction de la température par égal éclairement. Il trouve des nombres qui croissent de 3,4 hefners par watt pour la température de 1500° C. à 21,5 pour 6000° et 6500° et décroissent ensuite à 20 hefners par watt pour 8000°. — La détermination du premier équivalent est ensuite examinée; elle conduit à des nombres croissant de 0,4 à 79,6 hefners par watt quand la longueur d'onde croît de 0,35 à 0,56 μm et décroissant ensuite jusqu'à 0,97 pour la longueur d'onde 0,70 μm. — Celle du second (lumière monochromatique par égale acuité visuelle) conduit à des valeurs croissant de 0, à 80,5 hefners par watt quand la longueur d'onde croît de 0,35 à 0,56 μm et décroissant jusqu'à 1,01 quand la longueur d'onde continue à croître jusqu'à 0,70 μm. — Enfin le quatrième équivalent, déterminé de façon indirecte, a des valeurs variant de 3,5 hefners par watt pour 1500° à 18,8 pour 5500° et redescendant à 16,8 hefners par watt pour 8000° C.

VARIÉTÉS.

REVUES TECHNIQUES.

Le Bulletin technique de la Société des Ingénieurs allemands.

La Société des Ingénieurs allemands (Verein Deutscher Ingenieure ou V. D. I), fondée le 12 mai 1856, à Alexisbad, par 23 jeunes ingénieurs réunis à l'occasion de l'anniversaire de la fondation d'une Société d'anciens élèves de l'École technique de Berlin, compte actuellement, ou du moins comptait avant la guerre, plus de 24000 membres (24942 au 25 juillet 1914).

Je n'ai pas l'intention de faire ici l'historique de cette Société ni d'examiner en détails ses statuts et son mode de fonctionnement, pas plus que les nombreuses manifestations de son activité, qui lui donnent une si grande importance, non seulement en Allemagne, mais même dans le monde.

Je crois qu'il serait intéressant d'étudier cette Société en détail, et me propose de le faire quelque jour.

Mais pour l'instant, mon but plus modeste est seulement de dire quelques mots de son bulletin technique, la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* (ou comme on dit *Z. V. D. I.*), tirée à 28 000 ou 29 000 exemplaires et répandue partout, qui constitue un des moyens d'action les plus puissants non seulement pour la Société des Ingénieurs allemands, mais encore, il faut bien le dire, pour la technique allemande, pour la science et l'industrie allemandes.

Il n'est pas de technicien désireux de se tenir au courant du progrès qui ne connaisse ce journal hebdomadaire abondamment documenté.

On y trouve des études originales sur des questions d'actualité, l'exposé des recherches techniques subventionnées par la Société, des méthodes de calcul, etc., le tout rédigé spécialement pour le journal, et illustré d'une profusion de dessins et de planches établis spécialement pour cette publication, *en vue de leur utilisation pour des études d'appareils analogues*.

De plus, ce journal contient une revue de la presse (*Zeitschriftenschau*), divisée par catégories, donnant sommairement en quelques lignes l'analyse des articles les plus importants de la presse internationale (revue publiée également à part pour fiches).

Une chronique des brevets donne l'essentiel des inventions les plus récentes.

Enfin depuis 1908 la *Zeitschrift des Vereines Deutcher Ingenieure* est complétée par une publication mensuelle *Tecknik und Wirtshaft* consacrée principalement à l'étude des questions d'économie industrielle.

Des tables méthodiquement établies sont publiées deux fois par an, l'une provisoire pour le premier semestre, l'autre définitive à la fin de l'année, et permettent de retrouver vite et bien toutes les indications dont on peut avoir besoin.

Bien qu'on ne puisse apprécier la valeur d'une publication au poids ni à la surface, il n'est peut-être pas inutile d'indiquer que ce journal, du format 320 mm × 243 mm, contient 44 à 48 pages de texte sans compter les planches, et 120 à 128 pages d'annonces.

Le technicien qui reçoit cette publication est tenu constamment au courant de toutes les questions qui intéressent la technique, présentées minutieusement, et (j'insiste sur ce point) avec la pensée d'être utile aux techniciens qui chercheront dans leur journal des renseignements précis en vue des travaux qu'ils auront à exécuter, des appareils qu'ils auront à créer.

En ce qui me concerne personnellement, chaque fois que j'ai eu une étude à faire, un renseignement à trouver, il est bien rare que je n'aie pas trouvé dans la collection de la *Z. V. D. I.* des indications utiles.

Si par exemple, je prends le dernier numéro expédié en France (celui du 25 juillet 1914), j'y trouve : la description d'un fort cargo à deux hélices de Blohm et Woss avec moteur à huile à deux temps de la Maschinen Fabrick Augsburg Nuremberg (M. A. N.) avec planches; une étude (15 figures) sur la construction des moteurs Diesel aux États-Unis, dont l'auteur, ancien élève de l'École technique supérieure de Dresde, a fait un voyage d'études aux États-Unis grâce à une bourse.

Toujours dans ce même numéro une étude sur les nouvelles machines auxiliaires des navires de commerce et leurs dispositifs de commande.

Puis (sans parler de la suite d'une étude sur l'emploi du gaz dans les usines métallurgiques), nous trouvons un compte rendu de l'Exposition Baltique de Malmœ (Suède) en 1914, dans laquelle l'exposition allemande tient une place absolument prépondérante, occupant comme bâtiments une superficie qui n'est que peu inférieure à toute l'exposition suédoise elle-même.

A côté de cette exposition allemande, on ne voit de notable que l'exposition danoise. La section russe est minuscule, et quant aux autres sections elles ne semblent pas exister (du moins d'après le plan publié par la *Z. V. D. I.*).

En plus de la revue de la presse technique on trouve encore, dans ce même numéro, le compte rendu des travaux techniques de la Section de Cologne [1] (Progrès dans la construction des machines-outils, perfectionnements des moteurs à explosion, etc.).

Pour finir, toujours dans ce même numéro du 25 juillet 1914, on voit le compte rendu d'une réunion de la Commission scientifique du V. D. I. décidant de proposer au conseil de la Société d'accorder des subventions,

[1] La Société est en effet divisée en 48 Sections (comprenant chacune un minimum de 150 membres) ou Bezirksvereine, qui ont leur siège principalement en Allemagne, mais en outre desquelles on trouve d'autres groupes, à Londres, en Chine, à Buenos-Ayres.



se montant au total à 7500 marks, à des expérimentateurs se proposant d'étudier diverses questions techniques d'intérêt général telles que les efforts dans les coques de navires, le fonctionnement des chaînes de transmission, la température de paroi des moteurs d'automobiles refroidis par l'air. (Cette question des travaux de recherches scientifiques est d'ailleurs de la plus haute importance et j'y reviendrai plus en détail quand j'étudierai la Société des Ingénieurs allemands.)

Mais en nous bornant seulement au journal on comprend sans peine quelle peut être l'influence d'une telle publication, non seulement en ce qui concerne la Société des Ingénieurs allemands elle-même, mais l'industrie allemande tout entière.

On comprend facilement que ceux qui connaissent cette publication, qui ont pu apprécier par eux-mêmes les services qu'elle rend, ne puissent plus guère s'en passer, même sans aimer l'Allemagne, même sans attribuer aux techniciens allemands une supériorité qu'ils n'ont pas.

Et c'est surtout à cause de ce journal si documenté, si utile, que la Société des Ingénieurs allemands, comprend plus de 24 000 membres tant en Allemagne qu'à l'étranger.

Mais, vont peut-être dire ces gens qui, après n'avoir voulu voir l'Allemagne nulle part, la voient maintenant partout, et inconsciemment, créent des légendes, là où il n'y a que des faits très simples, ce journal, si bien rédigé, si documenté, si important, coûte forcément très cher. Comment peut-on subvenir à ces frais ?

Ce ne sont certes pas les cotisations qui peuvent y suffire.

La Société des Ingénieurs allemands comporte comme je l'ai dit 48 Sections régionales (Bezirksvereine) [1].

Les membres du V. D. I. habitant l'Allemagne, doivent être obligatoirement affiliés à une Section. Pour ceux de l'étranger c'est une faculté.

Chaque membre paie en entrant un droit d'admission de 10 marks et aussi une cotisation annuelle de 20 marks (25 fr).

Sur ces sommes, la Société reverse à la Section régionale à laquelle appartient le sociétaire 3 marks du droit d'admission.

Sur la cotisation annuelle de 20 marks, la Société reverse à chaque Section (quand il s'agit bien entendu d'un membre faisant partie d'une Section), 5 marks, plus une certaine somme variant suivant le nombre des membres de 700 à 500 marks par an.

En plus de la cotisation, les membres paient hors d'Allemagne une majoration de 5 marks en Autriche et en Luxembourg et de 15 marks pour les autres pays, comme supplément de port pour le journal.

Ce journal pèse un poids tel que son port atteint généralement pour l'étranger 55 à 60 pfennigs (moyenne 57 pfennigs), ce qui pour les 52 ou 53 numéros annuels représente une dépense de 27 à 28 marks pour le port seul. Le prix de l'abonnement en librairie étant de 40 marks, et la cotisation annuelle de 35 marks (dont 15 marks pour le supplément de port), on voit que pour les membres étrangers, le prix effectif du journal encaissé par la Société, n'est que de 7 à 8 marks pour les membres du V. D. I, de 12 à 13 pour les abonnés, ceci, en admettant, comme on le verra plus loin, que les membres ne font partie d'aucune Section, auquel cas la V. D. I. ne touche par membre qu'environ 1 mark. Autant dire que les membres de la Société ont leur journal pour rien.

Et pourtant ce journal coûte très cher.

La rédaction seule a coûté (je prends les chiffres de 1913, publiés en 1914) 82 425 marks 27 pfennigs. Les figures n'ont guère coûté moins cher : 71 208 marks 14 pfennigs, sans compter 29 888,79 d'honoraires.

Si l'on ajoute à cela le papier (214 197 marks 98 pfennigs) la composition et le tirage, les planches, on arrive à un prix de revient pour le journal seul, de 675 462 marks 97 pfennigs sans compter 50 570 marks 27 pfennigs pour le supplément mensuel (Technik und Wirtschaft), ni les comptes rendus des travaux de recherches, ni 154 960 marks 63 pfennigs de frais de poste pour l'expédition du journal et de son supplément.

Naturellement, on ne compte pas dans ces chiffres d'autres dépenses telles que les recherches scientifiques 45385 marks), ni les déplacements qui se montent à 17 524 marks, toujours pour 1913.

Il y a encore, comme appointements des employés, 81 485 marks, ce qui donne au total 204 673 marks 10 pfennigs de salaires pour le personnel employé par le V. D. I., soit 255000 fr, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la Société employait 73 personnes.

Comment peut-on faire face à ces fortes dépenses qui atteignent ainsi, au total, compris les frais d'expédition, 887 993 marks 87 pfennigs, c'est-à-dire (en comptant le mark à 1,25 fr), plus de 1 100000 fr, rien que pour le journal ?

Ce ne sont pas les cotisations.

Celles-ci montent bien (droits d'admission et suppléments de ports compris) à . . 511 680 marks 24 pfennigs
mais il y a lieu d'en déduire. 147 336 marks 50 pfennigs
reversés aux Sections comme participation aux droits d'entrée et aux cotisations, ce qui ne laisse net que. . . . . . 364 343 marks 74 pfennigs
pour la société, de telle sorte que le déficit laissé par le journal est de 523 650 marks 13, soit plus de 654 000 fr.

Comment donc ce déficit est-il comblé ?

C'est bien simple, vont peut-être dire certaines gens, c'était la caisse de l'espionnage allemand, etc.

Si cette fameuse caisse de l'espionnage allemand avait dû payer non seulement la centième mais même la millième partie de tout ce qu'on lui suppose avoir ainsi versé, elle serait à sec depuis longtemps.

Ce qui permet à la Société des Ingénieurs allemands de couvrir ce déficit de 654 000 fr sur son journal et même mieux, de faire avec lui des bénéfices, c'est tout simplement la *publicité*.

En effet, rien qu'en publicité (sans compter une forte recette de 111 751 marks 24 pfennigs pour la vente en librairie de son journal, et de tirages à part), le V. D. I. a touché, en 1913, 901 897 marks 95 pfennigs, autant dire 1 million 127 000 fr, de telle sorte que finalement, ce

[1] La fondation d'une Section n'est admise que si elle comporte au moins 150 membres.

journal qui fait tant pour l'industrie allemande, non seulement ne coûte rien à la Société des Ingénieurs allemands, mais lui rapporte encore environ 150000 fr par an (compris les ventes en librairie).

La caisse de l'espionnage allemand on le voit, n'a rien à voir dans la circonstance. Les ingénieurs allemands se tirent d'affaire tout seuls. Ils y gagnent.

Il ne faut pas que ces recettes de publicité paraissent exagérées : chaque numéro du journal contient plus de 120 pages d'annonces, parfois 128, et celles-ci ne sont pas données pour rien, et la direction de la Société entend bien n'en rien perdre; c'est ainsi qu'on chercherait en vain sur les couvertures de son journal des listes de comités de rédaction, de patronage, etc.

Il y a plus; jusqu'à ces dernières années, le bas de la première page de couverture était réservé à l'annonce des réunions des Sections.

Un beau jour on s'est avisé que ces indications seraient aussi bien à l'intérieur (d'autant plus qu'il n'y avait plus assez de place pour les mettre sur la couverture).

C'est ce qu'on a fait, et l'on a mis l'emplacement disponible à la disposition des annonciers pour la faible somme de 500 marks par numéro (soit 26 000 marks de recette supplémentaire, ou 32 500 fr par an pour ce modeste rez-de-chaussée).

Ainsi donc, la Société des Ingénieurs allemands est influente parce qu'elle a des membres nombreux, surtout parce que son journal est bien documenté et très utile.

Son journal est utile et bien fait parce qu'il a une rédaction nombreuse, bien payée, qui peut faire des articles originaux, des voyages d'études profitables ainsi à tous.

Cette rédaction est bien payée parce que le journal fait de fortes recettes de publicité et il fait de fortes recettes de publicité parce qu'il a beaucoup de lecteurs.

Le cycle est ainsi fermé.

Tout cela est bien simple, et M. de la Palisse n'aurait pas trouvé mieux.

Mais encore fallait-il le faire.

Qui ne voit immédiatement l'avantage qu'il y a ainsi, au point de vue national allemand, à avoir ainsi un grand journal technique puissant ?

Chez nous avons-nous un organe technique comparable?

Au lieu de nous unir, il semble que chacun veuille tirer à soi : chacun veut avoir sa petite feuille de chou, sans s'occuper du voisin.

Prenons par exemple l'électricité. Si l'on compte bien (j'en oublie peut-être), nous avons :

Le Bulletin de la Société des Électriciens.

L'Électricien.

L'Industrie électrique.

La Lumière électrique.

La Revue électrique.

Soit autant de journaux et autant de rédactions (à part le *Bulletin des Électriciens* qui est rédigé gratuitement), autant de frais de composition, de tirage, etc.; donc, en somme, gaspillage.

Mais ce n'est pas tout.

Il y a dans ces divers journaux des articles intéressants et utiles. (Bien que souvent il ne puissent pas être payés à leur valeur.) Quant à faire les frais de voyage, de dessins ou de travaux spéciaux, il n'y faut pas penser du moins couramment.

En tout cas, croit-on que le technicien ordinaire pourra ou voudra faire les frais de s'abonner à ces cinq publications qui, je crois qu'on peut le dire, reproduisent souvent plus ou moins les mêmes articles par la force des choses ?

Croit-on qu'il pourra passer son temps à les consulter tous quand il aura une recherche à faire ?

Poser ces questions c'est évidemment les résoudre par la négative.

Alors par la force des choses, nos techniciens sont mal renseignés, ils ne savent pas tout ce qui se fait d'intéressant dans leur spécialité.

D'autre part, pour les étrangers la situation est la même, et pire encore.

Que feront-ils alors ? Ils ne s'abonneront certes pas au *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, au *Bulletin des Électriciens;* ils prendront la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, l'*Elektrotechnische Zeitschrift.*

Ils auront des renseignements allemands, des documents allemands qui s'entendent à exalter la science allemande, les chercheurs allemands, en passant les recherches des autres peuples sous silence; par la force des choses, ces étrangers en arriveront à penser de très bonne foi que la science allemande, que la pensée allemande, que le génie allemand, la culture allemande sont supérieurs à tout, que l'Allemagne est au-dessus de tout.

Vienne la guerre, et ces étrangers, ces neutres habitués à considérer l'Allemagne comme au-dessus de tout, ne pourront parfois s'empêcher de faire montre de sentiments germanophiles qui ne se dissiperont qu'à la longue, et dont certes il restera longtemps quelque chose.

Maintenant que nous voyons la réalité, que nous comprenons combien il nous en a coûté et il nous en coûte encore de vouloir agir ainsi indépendamment les uns des autres sans entente, sans méthode, n'aurons-nous pas le courage, même pas le courage, le simple bon sens dicté par l'instinct de conservation, de nous grouper, de nous unir, de renoncer à gaspiller nos efforts et nos énergies ?

La question n'est pas de savoir si nous préférons agir indépendamment les uns des autres : elle est de savoir si nous voulons nous unir pour ne pas disparaître.

Qu'est-ce qui nous empêche, par exemple, de fusionner nos diverses publications électriques, de n'en faire qu'une seule qui représenterait l'électricité française ?

Est-ce à dire que nous ne soyons pas capables de nous unir et d'agir d'accord ?

Mais cette idée d'union n'est pas nouvelle. Nous avons déjà commencé à l'appliquer.

Est-ce que les Syndicats de l'Électricité, au lieu de rester isolés et impuissants, de créer chacun (comme tant d'autres syndicats) sa petite feuille de chou que personne ne lit, ne se sont pas réunis en union et entendus pour faire paraître leurs communications dans *La Revue électrique ?*

Qui nous empêche de généraliser cette idée à toute l'électricité ? Tout le monde en voit les avantages; d'inconvénients sérieux il n'y en a pas. Alors?...

Paul Lecler.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et du retrait des dépôts-espèces.

Article premier. — Les délais accordés par les articles 1, 2, 3 et 4 du décret du 29 août 1914 et prorogés par les articles premiers des décrets des 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915 et 18 mars 1916 sont prorogés, sous les mêmes conditions et réserves, pour une nouvelle période de 90 jours francs. Le bénéfice en est étendu aux valeurs négociables qui viendront à échéance avant le 1er octobre 1916, à la condition qu'elles aient été souscrites antérieurement au 4 août 1914.

Art. 2. — Le porteur d'un effet de commerce appelé à bénéficier pour la première fois d'une prorogation d'échéance est tenu d'aviser le débiteur qu'il est en possession dudit effet et que le paiement peut en être effectué entre ses mains. Cet avis pourra être constaté soit par le visa signé et daté du débiteur sur l'effet de commerce, lors de la présentation, soit par une lettre recommandée. Faute par le porteur d'accomplir ces formalités dans le délai d'un mois à dater de l'échéance normale de l'effet, les intérêts de 5 pour 100 institués à son profit par le décret du 29 août 1914 cesseront de courir à partir de l'expiration de ce décret. Toutefois, ces formalités ne sont pas nécessaires si le porteur peut prouver que le débiteur a été antérieurement avisé.

Art. 3. — Dans les délais de prorogation des échéances fixés par le présent décret, le porteur ou le créancier ne pourra pas refuser un payement partiel pourvu qu'il soit au moins du quart du principal. Toute somme ainsi payée ne pourra être inférieure à 50 fr, sauf celle qui sera afférente au dernier des termes. Les intérêts seront exigibles à chaque terme pour la portion du principal payée par le débiteur. Chaque payement partiel sera mentionné sur le titre par le porteur qui en donnera quittance. Cette quittance sera exemptée du droit de timbre.

Art. 4. — Sont maintenues toutes les dispositions des décrets des 29 août, 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, 18 et 20 mars 1916 qui ne sont pas contraires au présent décret. Toutefois, l'application des paragraphes 2 et 3 de l'article 2 et du paragraphe 2 de l'article 3 du décret du 27 octobre 1914 concernant le recouvrement des valeurs négociables et des créances à raison de ventes commerciales ou d'avances sur titres est suspendue jusqu'à l'expiration dudit délai de 90 jours.

Art. 5. — Sont et demeurent soumis aux dispositions du décret du 23 décembre 1915 les débiteurs qui, en raison de l'état de guerre, sont fournisseurs de l'État ou des États alliés ou travaillent pour le compte de ces États, soit à titre principal, soit comme soustraitants, ainsi que les débiteurs qui fournissent aux personnes ci-dessus dénommées des matières brutes, ouvrées ou mi-ouvrées, ou qui coopèrent pour partie à la fabrication.

Art. 6. — Sont et demeurent soumises aux dispositions du décret du 20 mars 1916, les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie. Toutefois, le présent décret reste applicable en Algérie aux catégories de débiteurs ci-après énumérées : 1° aux débiteurs qui sont présents sous les drapeaux, à ceux qui ont depuis le 1er août 1914 été renvoyés dans leurs foyers pour blessures ou maladies, ainsi qu'aux héritiers de ceux-ci à raison des obligations contractées par leurs auteurs; 2° aux sociétés en nom collectif dont tous les associés, et aux sociétés en commandite simple dont tous les gérants sont sous les drapeaux.

(*Journal officiel*, 24 juin 1916.)

Arrêté fixant les prix de vente maxima des charbons à l'importation.

Le Ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 22 avril 1916, et notamment ses articles 1 et 2 ainsi conçus :

« Article premier. — Des arrêtés du Ministre des Travaux publics pourront fixer, pour les charbons extraits des mines françaises, les prix de vente maxima au carreau des mines, un prix distinct étant établi pour chaque qualité et pour chaque bassin houiller.

« Art. 2. — Les mêmes arrêtés pourront fixer, pour chaque centre d'importation, les prix de vente maxima des charbons à l'importation.

» En cas de recours contre ces arrêtés ou contre ceux fixés par l'article 1, la taxation sera exécutoire par provision »;

Sur la proposition du directeur des mines,

Arrête :

Article premier. — A partir de la publication du présent arrêté, les prix de vente maxima des charbons par les importateurs sont fixés conformément au Tableau ci-après.

Art. 2. — Ces prix se rapportent à la première qualité de chaque catégorie.

Pour les qualités inférieures ou pour les catégories non dénommées, les prix maxima seront déduits de ceux qui figurent au tableau pour la première qualité ou pour les catégories les plus voisines, avec les écarts répondant aux usages du commerce.

Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel*.

Paris, le 15 juin 1916.

M. Sembat.

(*Journal officiel*, 16 juin 1916.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société des Forces électriques de la Goule. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 12 avril 1916 nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 31 décembre 1915.

Actif.

1° Actif immobilisé :

Concession	277 000 »
Immeubles (assurances : 465 800 fr)	685 618,11
Travaux d'art	557 771,96
Travaux mécaniques et hydrauliques	228 892,65
Travaux électriques	2 213 170,82
Mobilier	17 501 »
Bureau technique	1 »
Atelier et outillage	10 000 »
Station de réserve Turbo (assurances : 239 100 fr)	578 301,40
Station de réserve Diesel	218 893,65
Compteurs	14 845,90
A reporter	4 801 996,49

journal qui fait tant pour l'industrie allemande, non seulement ne coûte rien à la Société des Ingénieurs allemands, mais lui rapporte encore environ 150000 fr par an (compris les ventes en librairie).

La caisse de l'espionnage allemand on le voit, n'a rien à voir dans la circonstance. Les ingénieurs allemands se tirent d'affaire tout seuls. Ils y gagnent.

Il ne faut pas que ces recettes de publicité paraissent exagérées : chaque numéro du journal contient plus de 120 pages d'annonces, parfois 128, et celles-ci ne sont pas données pour rien, et la direction de la Société entend bien n'en rien perdre; c'est ainsi qu'on chercherait en vain sur les couvertures de son journal des listes de comités de rédaction, de patronage, etc.

Il y a plus; jusqu'à ces dernières années, le bas de la première page de couverture était réservé à l'annonce des réunions des Sections.

Un beau jour on s'est avisé que ces indications seraient aussi bien à l'intérieur (d'autant plus qu'il n'y avait plus assez de place pour les mettre sur la couverture).

C'est ce qu'on a fait, et l'on a mis l'emplacement disponible à la disposition des annonciers pour la faible somme de 500 marks par numéro (soit 26 000 marks de recette supplémentaire, ou 32 500 fr par an pour ce modeste rez-de-chaussée).

Ainsi donc, la Société des Ingénieurs allemands est influente parce qu'elle a des membres nombreux, surtout parce que son journal est bien documenté et très utile.

Son journal est utile et bien fait parce qu'il a une rédaction nombreuse, bien payée, qui peut faire des articles originaux, des voyages d'études profitables ainsi à tous.

Cette rédaction est bien payée parce que le journal fait de fortes recettes de publicité et il fait de fortes recettes de publicité parce qu'il a beaucoup de lecteurs.

Le cycle est ainsi fermé.

Tout cela est bien simple, et M. de la Palisse n'aurait pas trouvé mieux.

Mais encore fallait-il le faire.

Qui ne voit immédiatement l'avantage qu'il y a ainsi, au point de vue national allemand, à avoir ainsi un grand journal technique puissant ?

Chez nous avons-nous un organe technique comparable?

Au lieu de nous unir, il semble que chacun veuille tirer à soi : chacun veut avoir sa petite feuille de chou, sans s'occuper du voisin.

Prenons par exemple l'électricité. Si l'on compte bien (j'en oublie peut-être), nous avons :

Le Bulletin de la Société des Électriciens.

L'Électricien.

L'Industrie électrique.

La Lumière électrique.

La Revue électrique.

Soit autant de journaux et autant de rédactions (à part le *Bulletin des Électriciens* qui est rédigé gratuitement), autant de frais de composition, de tirage, etc.; donc, en somme, gaspillage.

Mais ce n'est pas tout.

Il y a dans ces divers journaux des articles intéressants et utiles. (Bien que souvent il ne puissent pas être payés à leur valeur.) Quant à faire les frais de voyage, de dessins ou de travaux spéciaux, il n'y faut pas penser du moins couramment.

En tout cas, croit-on que le technicien ordinaire pourra ou voudra faire les frais de s'abonner à ces cinq publications qui, je crois qu'on peut le dire, reproduisent souvent plus ou moins les mêmes articles par la force des choses ?

Croit-on qu'il pourra passer son temps à les consulter tous quand il aura une recherche à faire ?

Poser ces questions c'est évidemment les résoudre par la négative.

Alors par la force des choses, nos techniciens sont mal renseignés, ils ne savent pas tout ce qui se fait d'intéressant dans leur spécialité.

D'autre part, pour les étrangers la situation est la même, et pire encore.

Que feront-ils alors ? Ils ne s'abonneront certes pas au *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, au *Bulletin des Électriciens;* ils prendront la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, l'*Elektrotechnische Zeitschrift.*

Ils auront des renseignements allemands, des documents allemands qui s'entendent à exalter la science allemande, les chercheurs allemands, en passant les recherches des autres peuples sous silence; par la force des choses, ces étrangers en arriveront à penser de très bonne foi que la science allemande, que la pensée allemande, que le génie allemand, la culture allemande sont supérieurs à tout, que l'Allemagne est au-dessus de tout.

Vienne la guerre, et ces étrangers, ces neutres habitués à considérer l'Allemagne comme au-dessus de tout, ne pourront parfois s'empêcher de faire montre de sentiments germanophiles qui ne se dissiperont qu'à la longue, et dont certes il restera longtemps quelque chose.

Maintenant que nous voyons la réalité, que nous comprenons combien il nous en a coûté et il nous en coûte encore de vouloir agir ainsi indépendamment les uns des autres sans entente, sans méthode, n'aurons-nous pas le courage, même pas le courage, le simple bon sens dicté par l'instinct de conservation, de nous grouper, de nous unir, de renoncer à gaspiller nos efforts et nos énergies ?

La question n'est pas de savoir si nous préférons agir indépendamment les uns des autres : elle est de savoir si nous voulons nous unir pour ne pas disparaître.

Qu'est-ce qui nous empêche, par exemple, de fusionner nos diverses publications électriques, de n'en faire qu'une seule qui représenterait l'électricité française ?

Est-ce à dire que nous ne soyons pas capables de nous unir et d'agir d'accord ?

Mais cette idée d'union n'est pas nouvelle. Nous avons déjà commencé à l'appliquer.

Est-ce que les Syndicats de l'Électricité, au lieu de rester isolés et impuissants, de créer chacun (comme tant d'autres syndicats) sa petite feuille de chou que personne ne lit, ne se sont pas réunis en union et entendus pour faire paraître leurs communications dans *La Revue électrique ?*

Qui nous empêche de généraliser cette idée à toute l'électricité? Tout le monde en voit les avantages; d'inconvénients sérieux il n'y en a pas. Alors?...

PAUL LECLER.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et du retrait des dépôts-espèces.

Article premier. — Les délais accordés par les articles 1, 2, 3 et 4 du décret du 29 août 1914 et prorogés par les articles premiers des décrets des 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915 et 18 mars 1916 sont prorogés, sous les mêmes conditions et réserves, pour une nouvelle période de 90 jours francs. Le bénéfice en est étendu aux valeurs négociables qui viendront à échéance avant le 1er octobre 1916, à la condition qu'elles aient été souscrites antérieurement au 4 août 1914.

Art. 2. — Le porteur d'un effet de commerce appelé à bénéficier pour la première fois d'une prorogation d'échéance est tenu d'aviser le débiteur qu'il est en possession dudit effet et que le paiement peut en être effectué entre ses mains. Cet avis pourra être constaté soit par le visa signé et daté du débiteur sur l'effet de commerce, lors de la présentation, soit par une lettre recommandée. Faute par le porteur d'accomplir ces formalités dans le délai d'un mois à dater de l'échéance normale de l'effet, les intérêts de 5 pour 100 institués à son profit par le décret du 29 août 1914 cesseront de courir à partir de l'expiration de ce décret. Toutefois, ces formalités ne sont pas nécessaires si le porteur peut prouver que le débiteur a été antérieurement avisé.

Art. 3. — Dans les délais de prorogation des échéances fixés par le présent décret, le porteur ou le créancier ne pourra pas refuser un payement partiel pourvu qu'il soit au moins du quart du principal. Toute somme ainsi payée ne pourra être inférieure à 50 fr, sauf celle qui sera afférente au dernier des termes. Les intérêts seront exigibles à chaque terme pour la portion du principal payée par le débiteur. Chaque payement partiel sera mentionné sur le titre par le porteur qui en donnera quittance. Cette quittance sera exemptée du droit de timbre.

Art. 4. — Sont maintenues toutes les dispositions des décrets des 29 août, 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, 18 et 20 mars 1916 qui ne sont pas contraires au présent décret. Toutefois, l'application des paragraphes 2 et 3 de l'article 2 et du paragraphe 2 de l'article 3 du décret du 27 octobre 1914 concernant le recouvrement des valeurs négociables et des créances à raison de ventes commerciales ou d'avances sur titres est suspendue jusqu'à l'expiration dudit délai de 90 jours.

Art. 5. — Sont et demeurent soumis aux dispositions du décret du 23 décembre 1915 les débiteurs qui, en raison de l'état de guerre, sont fournisseurs de l'État ou des États alliés ou travaillent pour le compte de ces États, soit à titre principal, soit comme sous-traitants, ainsi que les débiteurs qui fournissent aux personnes ci-dessus dénommées des matières brutes, ouvrées ou mi-ouvrées, ou qui coopèrent pour partie à la fabrication.

Art. 6. — Sont et demeurent soumises aux dispositions du décret du 20 mars 1916, les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie. Toutefois, le présent décret reste applicable en Algérie aux catégories de débiteurs ci-après énumérées : 1° aux débiteurs qui sont présents sous les drapeaux, à ceux qui ont depuis le 1er août 1914 été renvoyés dans leurs foyers pour blessures ou maladies, ainsi qu'aux héritiers de ceux-ci à raison des obligations contractées par leurs auteurs; 2° aux sociétés en nom collectif dont tous les associés, et aux sociétés en commandite simple dont tous les gérants sont sous les drapeaux.

(*Journal officiel*, 24 juin 1916.)

Arrêté fixant les prix de vente maxima des charbons à l'importation.

Le Ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 22 avril 1916, et notamment ses articles 1 et 2 ainsi conçus :

« Article premier. — Des arrêtés du Ministre des Travaux publics pourront fixer, pour les charbons extraits des mines françaises, les prix de vente maxima au carreau des mines, un prix distinct étant établi pour chaque qualité et pour chaque bassin houiller.

« Art. 2. — Les mêmes arrêtés pourront fixer, pour chaque centre d'importation, les prix de vente maxima des charbons à l'importation.

» En cas de recours contre ces arrêtés ou contre ceux fixés par l'article 1, la taxation sera exécutoire par provision »;

Sur la proposition du directeur des mines,

Arrête :

Article premier. — A partir de la publication du présent arrêté, les prix de vente maxima des charbons par les importateurs sont fixés conformément au Tableau ci-après.

Art. 2. — Ces prix se rapportent à la première qualité de chaque catégorie.

Pour les qualités inférieures ou pour les catégories non dénommées, les prix maxima seront déduits de ceux qui figurent au tableau pour la première qualité ou pour les catégories les plus voisines, avec les écarts répondant aux usages du commerce.

Art. 3. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel*.

Paris, le 15 juin 1916.

M. Sembat.

(*Journal officiel*, 16 juin 1916.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société des Forces électriques de la Goule. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 12 avril 1916 nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 31 décembre 1915.

Actif.

1° Actif immobilisé :

Concession	277 000 »
Immeubles (assurances : 465 800 fr)	685 618,11
Travaux d'art	557 771,96
Travaux mécaniques et hydrauliques	228 892,65
Travaux électriques	2 213 170,82
Mobilier	17 501 »
Bureau technique	1 »
Atelier et outillage	10 000 »
Station de réserve Turbo (assurances : 239 100 fr)	578 301,40
Station de réserve Diesel	218 893,65
Compteurs	14 845,90
A reporter	4 801 996,49



Désignation (1)			Dunkerque (2)	Calais (3)	Boulogne (4)	Le Tréport et Saint-Valéry-sur-Somme (5)	Dieppe et Saint-Valéry-en-Caux (6)	Fécamp (7)	Le Havre (8)	Rouen et Duclair (9)	Honfleur (10)
Houilles maigres (pays de Galles) 3/8 pour 100 de mat. vol.	Anthracite, gros criblé mine, 80 p. 100 de gros.		105 fr	105 fr	105 fr	105 fr	105 fr	105 fr	105 fr	105 fr	100 fr
	Anthracite importation	Cobbles 50/80	115	115	115	115	115	115	115	115	110
		French nuts 30/60	115	115	115	115	115	115	115	115	110
		Stove nuts 25/50	115	115	125	115	115	115	115	115	110
		Beans 12 1/2 à 25 1/2	105	105	105	105	105	105	105	105	100
		Peas 6 1/2 à 12 1/2	100	100	100	100	100	100	100	100	95
	Anthracite, menus gailleteux (Rubby Culm).		75	75	75	75	75	75	75	75	70
	Anthracite, fines (Duffs)		60	60	60	60	60	60	60	60	55
Houilles 1/4 grasses (Cardiff, Swansea) 9/13 pour 100 de mat. vol.	Gros criblé mine 50/70 pour 100 de gros		125	125	125	125	125	125	125	125	120
	Tout venant 30/35 pour 100 de gros		105	105	105	105	105	105	105	105	100
	Menus gailleteux		95	95	95	95	95	95	95	95	90
Houilles 1/2 grasses (Cardiff, Swansea) 14/18 pour 100 de mat. vol.	Gros criblé mine 50/70 pour 100 de gros		130	130	130	130	130	130	130	130	125
	Tout venant 30/35 pour 100 de gros		110	110	110	110	110	110	110	110	105
	Menus gailleteux		100	100	100	100	100	100	100	100	95
Houilles grasses Newport) 19/28 pour 100 de mat. vol.	Gros criblé mine 60/70 pour 100 de gros		130	130	130	130	130	130	130	130	125
	Tout venant 30/35 pour 100 de gros		110	110	110	110	110	110	110	110	105
	Menus gailleteux		100	100	100	100	100	100	100	100	95
Houilles à gaz (Durham) 29/32 °/₀ de mat. vol.	Petit tout venant 15/20 pour 100 de gros		115	115	115	115	115	115	115	115	110
	Menus gailleteux		110	110	110	110	110	110	110	110	105
Houilles grasses flambantes Northumberland ou similaires	Gros criblé mine 70/80 pour 100 de gros		145	145	145	145	145	145	145	145	140
	Tout venant 30/35 pour 100 de gros		125	125	125	125	125	125	125	125	120
	Menus gailleteux		110	110	110	110	110	110	110	110	105
Houilles sèches flambantes, Ecosse ou similaires	Gros criblé mine 70/80 pour 100 de gros		135	135	135	135	135	135	135	135	130
	Tout venant 30/35 pour 100 de gros		115	115	115	115	115	115	115	115	110
	Menus gailleteux		105	105	105	105	105	105	105	105	100
Charbons de forges Durham, Yorkshire, etc.	Noisettes		120	120	120	120	120	120	120	120	115
	Menus		110	110	110	110	110	110	110	110	105
Agglomérés	Briquettes fabriquées dans les ports français		»	»	»	»	110	»	110	110	105
	Briquettes d'importation		125	125	125	125	125	125	125	125	120
	Boulets		110	»	»	»	110	»	110	110	105

Report		4 801 996,49
Électromoteurs		4 989,15
Moteurs en location		5 693,55
Commissions d'emprunt		15 160 »
2° Actif réalisable :		
Marchandises		74 053,66
Débiteurs divers		931 971,23
Effets à recevoir		120 336,50
Titres		1 413 779 »
3° Actif liquide : Caisse		35 295,18
		7 403 274,76

Passif.

1° Passif non exigible :		
Capital actions : 4000 actions à 500 fr		2 000 000 »
2° Passif à terme :		
Capital obligations remboursable par annuité jusqu'au :		
15 janvier 1923 (emprunt 1894)	750 000 »	
31 décembre 1923 (emprunt 1899)	320 000 »	
1er juin 1924 (emprunt 1901)	400 000 »	
	1 470 000 »	
Obligations remboursées	824 000 »	646 000 »
A reporter		2 646 000 »

Report		2 646 000 »
Emprunt 1904 remboursable jusqu'au 1er juin 1918	100 000 »	
Obligations remboursées	40 000 »	
		60 000 »
Banque cantonale (emprunt provisoire)		1 130 309 »
3° Passif pour ordre :		
Fonds de réserve statutaire		199 645 »
Fonds d'amortissements		824 000 »
Fonds de renouvellement		340 118,30
Compte d'ordre à la disposition des actionnaires		50 000 »
Fonds de retraite		28 950 »
Compte d'attente		1 838,45
4° Passif exigible :		
Provision des annuités		86 690 »
Créanciers		1 700 633,51
Effets à payer		130 000 »
Coupons non encaissés		4 192,50
5° Profits et Pertes		200 898 »
		7 403 274,76



TROUVILLE	CAEN et ports de Dives à Isigny.	CHERBOURG	GRANVILLE	SAINT-MALO et ports du Légué (Saint-Brieuc) à Tréguier.	MORLAIX Brest et ports de Lannion à Penmarch.	LORIENT et ports de Guilvinec à Quiberon.	SAINT-NAZAIRE	NANTES et ports d'Indret à Paimbœuf.	LES SABLES-D'OLONNE et Saint-Gilles-sur-Vie.	LA ROCHELLE La Pallice et ports de l'Aiguillon-sur-Mer à Marans.	ROCHEFORT	TONNAY-CHARENTE	MORTAGNE-sur-Gironde, Blaye et Pauillac.	BORDEAUX et ports d'Arcachon à Bayonne.	MARSEILLE et ports de Port-Vendres à Toulon.	NICE et ports de Saint-Tropez à Menton.
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
100	95	95	95	90	90	100	100	100	100	100	100	100	105	110	155	170
110	105	105	105	100	100	110	110	110	110	110	110	110	115	120	165	180
110	105	105	105	100	100	110	110	110	110	110	110	110	115	120	165	180
110	105	105	105	100	100	110	110	110	110	110	110	110	115	120	165	180
100	95	95	95	90	90	100	100	100	100	100	100	100	105	110	155	170
95	90	90	90	80	80	90	90	90	90	90	90	90	95	100	145	160
70	65	65	65	60	60	70	70	70	70	70	70	70	75	80	125	140
55	50	50	50	45	45	55	55	55	55	55	55	55	60	65	110	125
120	115	115	115	110	110	120	120	120	120	120	120	120	125	130	165	180
100	95	95	95	90	90	100	100	100	100	100	100	100	105	110	145	160
90	85	85	85	80	80	90	90	90	90	90	90	90	95	100	135	150
125	120	120	120	110	115	125	125	125	125	125	125	125	130	135	170	185
105	100	100	100	95	95	105	105	105	105	105	105	105	110	115	150	165
95	90	90	90	85	85	95	95	95	95	95	95	95	100	105	140	155
125	120	120	120	115	115	125	125	125	125	125	125	125	130	135	170	185
105	100	100	100	95	95	105	105	105	105	105	105	105	110	115	150	165
95	90	90	90	85	85	95	95	95	95	95	95	95	100	105	140	155
110	105	105	105	100	100	110	110	110	110	110	110	110	115	120	155	170
105	100	100	100	95	95	105	105	105	105	105	105	105	110	115	150	165
140	135	135	135	130	130	140	140	140	140	140	140	140	145	150	185	200
120	115	115	115	110	110	120	120	120	120	120	120	120	125	130	165	180
105	100	100	100	95	95	105	105	105	105	105	105	105	110	115	150	165
130	125	125	125	120	120	130	130	130	130	130	130	130	135	140	175	190
110	105	105	105	100	100	110	110	110	110	110	110	110	115	120	155	170
100	95	95	95	90	90	100	100	100	100	100	100	100	105	110	145	160
115	110	110	110	105	105	115	115	115	115	115	115	115	120	125	160	175
105	100	100	100	95	95	105	105	105	105	105	105	105	110	115	150	165
105	95	95	»	90	95	105	105	105	105	105	105	105	»	115	150	»
120	115	115	115	110	115	125	125	125	125	125	125	125	130	135	170	185
105	95	95	»	90	95	100	100	100	100	100	100	100	»	110	145	»

Comptes de Profits et Pertes au 31 décembre 1915.

Débit.	fr
Provision des annuités	100 061,10
Frais généraux	53 258,32
Frais d'exploitation	68 223,23
Frais d'exploitation des usines de réserve	7 991,92
Frais de réfection	11 826,34
Intérêts débiteurs	145 897,02
Dépréciations sur : bureau technique, mobilier, ateliers, outillages, marchandises, installations	45 249,74
Fonds de retraite	2 000 »
Divers	2 222,85
Solde	200 898,00
	639 173,52

Credit.	
Solde au 31 décembre 1914	907 »
Exploitation force et lumière	435 449,60
Bénéfices sur installations diverses et sur ventes de moteurs et appareils électriques	13 343,09
Bénéfices sur marchandises	8 638,86
Bénéfice sur la production de l'atelier	2 152,90
Loyer des immeubles	6 466,50
A reporter	466 957,95
Report	466 957,95
Escompte et change	402,18
Intérêts créditeurs	171 285,79
Divers	527,60
	639 173,52

Société d'Électricité de Paris. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 10 février 1916 nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 30 juin 1915.

Actif.		fr
Caisse, banques et débiteurs divers		14 755 979,04
Obligations à la souche		4 302 000 »
Approvisionnements		1 448 931,47
Portefeuille		16 734 485,12
Frais de constitution de la Société, mobilier et aménagement du siège social		(p. Mémoire)
Frais d'émission des obligations :		
Différence entre le pair et le prix d'émission, commissions et frais divers	1 264 394,70	
A reporter	1 264 394,70	37 241 395,63

Report................		1 264 394,70	37 241 395,63
Amortissements des exercices précédents.	88 257,34		
Septième annuité d'amortissement....	16 836,14	105 093,48	1 159 301,22
Premier établissement : Usines de Saint-Denis.		32 351 467,05	
Amortissements antérieurs............	8 558 742,66		
Amortissement au 30 juin 1915 : 1° par un prélèvement de 150 000 fr sur les produits de l'exercice; 2° par l'affectation de l'annuité d'amortissement des obligations : 183 163,86 fr. Total.	333 163,86	8 891 906,52	23 459 560,53
			61 860 257,38

Passif.

Capital :		
100 000 actions de 250 fr.....................		25 000 000 »
10 000 parts bénéficiaires.....................		(p. mémoire)
Obligations de 500 fr 4 pour 100 :		
Titres créés (dont 40 000 émis)........	50 000	
Titres amortis........................	3 890	
Titres en circulation ou à émettre.....	46 110	23 055 000 »
Réserve légale................................		728 873,18
Fonds de renouvellement du matériel :		
Versements des exercices précédents...........		6 650 000 »
Prélèvement sur l'exercice 1914-1915...........		150 000 »
Créditeurs divers.............................		789 678,44
Intérêts et dividendes, coupons restant à payer :		
Actions.......................................		2 088 652,04
Parts bénéficiaires...........................		341 993,42
Obligations...................................		426 743,53
Profits et Pertes : Solde au 30 juin 1915..........		2 629 316,77
		61 860 257,38

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 30 JUIN 1915.

Débit.

	fr
Frais généraux d'administration et taxes d'abonnement au timbre des titres de la Société..........	135 998,61
Charges d'emprunts :	
Intérêts......................................	754 120 »
Amortissements................................	176 329,47
Amortissement sur premier établissement.........	150 000 »
Fonds de renouvellement du matériel............	150 000 »
Solde à répartir..............................	2 629 316,77
	3 995 764,85

Crédit.

Report de l'exercice précédent..................	43 585,10
Bénéfices industriels, produits du portefeuille, loyers de terrains et de constructions.................	3 556 144,96
Escomptes et intérêts divers....................	396 034,79
	3,995 764,85

L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, a approuvé, dans toutes leurs parties, le rapport et les comptes de l'exercice clos, le 30 juin 1915, tels qu'ils lui sont présentés par le Conseil d'administration et a décidé de répartir le solde créditeur s'élevant à 2 629 316,77 fr de la manière suivante :

5 pour 100 à la réserve légale sur 2 585 731,67 bénéfices de l'exercice 1914-1915..................	129 286,58
Premier dividende de 4 pour 100 soit 10 fr par action.	1 000 000 »
Attribution aux membres du Conseil d'administration et au directeur..........................	73 258,19
Deuxième dividende de : 10 fr aux actions........	1 000 000 »
33,33 fr aux parts bénéficiaires................	333 300 »
Report à nouveau.............................	93 472 »
	2 629 316,77

En conséquence le dividende total a été fixé à 20 fr pour les actions et 33,33 fr pour les parts bénéficiaires, sous déduction des impôts, soit 19,20 fr par action nominative, 17,14 fr par action au porteur et 27,54 fr pour part bénéficiaire.

INFORMATIONS DIVERSES.

École supérieure d'électricité. — Un concours d'admission (*écrit et oral*) spécialement réservé aux candidats ajournés et exemptés des classes 1913-1917 et qui, reconnus bons pour le service armé ou auxiliaire, seront incorporés au 1er août prochain, aura lieu dans la deuxième quinzaine de juillet. Les candidats devront s'inscrire au Secrétariat de l'École, 14, rue de Staël, avant le 10 *juillet*, en justifiant de leur situation militaire.

Le concours normal aura lieu, comme d'ordinaire, dans le courant d'octobre, pour les candidats ne rentrant pas dans la catégorie ci-dessus visée.

Communications radiotélégraphiques transocéaniques. — Le tableau ci-après, emprunté au *Telegraph and Telephone Age*, indique les points terminaux des communications radiotélégraphiques transocéaniques établies entre les États-Unis d'Amérique et l'Europe et entre les États-Unis et les îles Hawaï et le Japon, ainsi que l'étendue à vol d'oiseau dans chaque cas. La communication entre l'Orégon et l'Alaska figure aussi au tableau : là où les deux lignes imprimées sont précédées d'une accolade, il s'agit d'un circuit duplex.

Termini américains.	Termini étrangers.	Distance à vol d'oiseau en milles.
Sayville, N.-Y..........	Nauen, Prusse.......	3262
Tuckerton, N.-J........	Eilvese, Prusse......	3383
{ Chatham, Mass.........	Stavanger, Norvège..	2905
{ Marion, Mass	Naerbo, Norvège.....	2905
{ Belmar, N.-J..........	Carnarvon, Anglet...	2827
{ New-Brunswick, N.-J..	Towyn, Angleterre...	2827
{ Glace Bay, N. S.......	Letterfrack, Irlande...	2400
{ Louisburg, N. S.......	Clifden, Irlande.....	2400
{ Bolinas, Cal.	Koko Head, Hawaï...	2200
{ Mashall, Cal..........	Kahuku, Hawaï.....	2200
Koko Head, Hawaï.....	Funabashi, Japon....	3400
Astoria, Ore..........	Juneau, Alaska......	900

Tome XXVI. **N° 302. — 21 juillet 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Dans son étude **sur l'établissement des réseaux de distribution à haute tension**, publiée p. 37-45, M. J.-R. Beard n'envisage que la partie de la ligne comprise entre l'usine génératrice et les sous-stations ; ainsi limité le problème présente pourtant encore une importance considérable, car le développement continu des applications de l'électricité exige une densité plus grande des sous-stations de transformation pour répondre aux besoins des consommateurs et, comme conséquence, une extension du réseau à haute tension telle que des conditions économiques et techniques spéciales doivent être prévues dans l'installation des conducteurs et de l'appareillage. Pratiquement, l'ingénieur doit combiner son projet en tenant compte du fait que le réseau de distribution primaire s'étendra presque jusqu'au point d'utilisation.

Après une comparaison entre les avantages réciproques des conducteurs aériens et des câbles, une courte indication sur le rôle et la construction des interrupteurs, l'auteur étudie longuement la section économique des conducteurs. M. Beard estime qu'il est essentiel d'alimenter chaque sous-station par deux sources séparées et de prévoir un système de protection sur chaque feeder. Il préconise principalement les trois systèmes de distribution suivants : 1° le système « à interconnexions » avec « courant équilibré », dans lequel la station centrale est reliée aux sous-stations par des feeders, ces sous-stations étant elles-mêmes réunies entre elles par des fils d'équilibre; 2° le système radial simple, avec feeders directs doubles de la centrale à chaque sous-station ; 3° le système radial série, dans lequel une partie des sous-stations est alimentée directement par feeders directs doubles et alimente de la même manière le reste des sous-stations. Dans le dernier paragraphe, l'auteur étudie la tension de distribution la plus convenable en faisant ressortir les influences des pertes inductives, du facteur de puissance, de la section, etc.

Nous avons signalé dans la *Littérature des Périodiques* du 14 juin 1912, page 23, une méthode très originale imaginée par O. Corbino pour déterminer la chaleur spécifique du filament d'une lampe à incandescence et, comme conséquence, la température de ce filament. C'est en reprenant ces expériences que M. A.-G. Worthing a été conduit à étudier l'**emploi du galvanomètre balistique à cadre pour la mesure de décharges qui suivent une loi de décroissance exponentielle.** La partie théorique de son travail est développée p. 52-56 ; elle présente beaucoup de points communs avec la théorie classique du galvanomètre balistique et par cela même est très facile à suivre. Quant au dispositif expérimental, l'auteur l'a exposé aussi brièvement que possible, se réservant d'entrer dans de plus grands détails quand il publiera les résultats que lui a donnés la méthode de Corbino. Dans tous les cas, il semble bien avoir établi théoriquement et pratiquement que l'on a tort d'admettre que la période de la décharge doit être petite comparativement à la période propre du galvanomètre, parce qu'il est toujours possible d'obtenir un facteur de correction approprié quand on connaît la loi de la décharge. D'ailleurs si l'on veut bien se reporter au *Journal de Physique* de 1904, page 696, on reconnaîtra que, dans son fluxmètre, M. Grassiot indique une méthode de mesure de quantités d'électricité qui est indépendante de la durée et de la manière dont s'effectue la décharge. Les artifices imaginés par M. Rohmann pour augmenter la sensibilité des galvanomètres à cadre mobile (*La Revue électrique*, t. XIX, p. 486) conduisent, aussi, à la mesure d'une quantité d'électricité sans que l'on ait à tenir compte du temps pendant lequel le courant a passé.

B. K.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Quatorzième Bulletin bimensuel de 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 7 juin 1916.

Présents : MM. Marcel Meyer et Bizet, vice-présidents; Beauvois-Devaux, trésorier; Berthelot, Brylinski, Eschwège, Godinet, F. Meyer, Pinot, Sartiaux et Sciama, membres; M. Bellanger, suppléant M. Cance; M. Paré suppléant M. Coze; M. Cahen suppléant M. Michoud; M. Brachet suppléant M. Sée.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président, et Fontaine, secrétaire.

En l'absence de M. Cordier, M. Marcel Meyer préside la séance.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nomination du Président. — M. Marcel Meyer rappelle à ses collègues que la charge de président de l'Union est vacante depuis la mort du regretté M. Guillain remontant au mois d'avril 1915. Le siège avait été à dessein laissé vacant afin d'honorer sa mémoire.

En raison des questions multiples qui se posent actuellement, il a semblé nécessaire de procéder à l'élection du nouveau président. M. Marcel Meyer propose à ses collègues de désigner par acclamation M. Gabriel Cordier, vice-président de l'Union.

Cette désignation est faite à l'unanimité des votants, qui déclarent entendre témoigner par là de la sympathique confiance qu'ils ont tous pour leur nouveau président, ainsi que de la haute et particulière estime qu'ils éprouvent pour lui.

Nécrologie. — M. le Président a le regret de faire part à ses collègues de la mort subite de M. Gin, arrivée le 29 avril dernier.

M. Gin avait attaché son nom à une série de recherches intéressantes, qui rendront sa perte sensible pour l'industrie électrique.

M. le Président fait également part d'un télégramme de la Société impériale technique russe de Pétrograd à l'occasion de la mort de M. Eric Gérard.

Dans ce télégramme, le président de la Société exprime l'espoir de voir bientôt revivre l'Institut Montefiore, œuvre du regretté savant.

Le Comité se déclare en entière conformité de sentiments avec nos confrères russes.

Correspondance. — Parmi la correspondance M. le Président signale le rapport annuel du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz et une lettre de la Chambre de Commerce de Paris, ouvrant une enquête sur les dettes et créances entre Français et Bulgares et entre Français et Ottomans.

Projet de loi tendant a réserver un certain nombre d'emplois aux réformés ou retraités de la guerre. — M. F. Meyer dit que l'enquête ouverte auprès des adhérents pour connaître les emplois qui pourraient être réservés aux mutilés de la guerre laisse paraître le désir très sincère qu'ont tous les adhérents de venir en aide à tous ces glorieux blessés. Mais la question est assez difficile, car l'industrie électrique exige de son personnel des connaissances spéciales que tous les mutilés sont bien loin d'avoir et, en même temps, des hommes suffisamment valides pour les travaux souvent pénibles qui sont de son ressort. En outre, les adhérents expriment tous l'intention de reprendre avant tout les mutilés provenant de leur personnel. M. F. Meyer, aussitôt son enquête terminée, établira un rapport qu'il soumettra au Comité de l'Union.

Essais de culture mécanique. — M. Eschwège n'a rien à ajouter aux informations qu'il avait données au cours des précédentes séances. La question suit son cours.

Commission de l'appareillage électrique. — M. Sartiaux expose à ses collègues que tous les appareils nécessaires, français et étrangers, ont été réunis et que les études sont en bonne voie.

Conditions techniques pour la réception des isolateurs. — En ce qui concerne la Commission des isolateurs, le travail est terminé et les rapports sont à l'impression. Ces rapports seront communiqués au Comité



de l'Union. Le Comité est heureux d'adresser ses félicitations à la Commission et à son président M. Picou pour la rapidité avec laquelle les études ont été menées.

Proposition de loi relative a l'enseignement technique supérieur et a la création de facultés des sciences appliquées. — M. Brylinski dit que la Commission ne s'est pas réunie depuis la dernière séance du Comité.

Documents officiels. — M. le Président communique au Comité les documents officiels parus depuis la dernière séance : Décret du 18 mai 1916 portant institution d'un Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre (*Journal officiel*, 20 mai 1916). — Décret du 19 mai 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne (*Journal officiel*, 22 mai 1916). — Décret du 27 mai 1916 concernant les contrats d'affrètement pour le transport des charbons entre les ports britanniques et les ports français de la mer du Nord, de la Manche et de l'Océan (*Journal officiel*, 28 mai 1916).

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président communique au Comité les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance : Projet de loi relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre (Chambre des députés, 7 mars 1916). — Projet de loi ouvrant, au compte spécial institué par la loi du 16 octobre 1915, une seconde section destinée à retracer les opérations afférentes aux réquisitions des denrées et substances nécessaires à l'alimentation, au chauffage et à l'éclairage (Chambre des députés, 21 mars 1916). — Proposition de loi ayant pour objet d'avancer l'heure légale pendant la durée de la guerre, présentée par M. Honnorat et ses collègues (Chambre des députés, 21 mars 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie, chargée d'étudier les mesures propres à faciliter la reprise de l'activité économique dans les régions qui ont été momentanément envahies ou que se trouvent à proximité de la ligne de combat, par M. Petitjean (Chambre des députés, 28 mars 1916). — Proposition de loi tendant à instituer la création d'un service de chèques postaux, présentée par M. Amiard (Chambre des députés, 28 mars 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie chargée d'examiner la proposition de loi de M. Failliot, relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre, par M. Failliot (Chambre des députés, 28 mars 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Budget chargée d'examiner le projet de loi ouvrant, au compte spécial institué par la loi du 16 octobre 1915, une seconde section destinée à retracer les opérations afférentes aux réquisitions de denrées et substances nécessaires à l'alimentation, au chauffage et à l'éclairage, par M. Raoul Péret (Chambre des députés, 28 mars 1916). — Rapport fait au nom de la Commission de l'Enseignement et des Beaux-Arts, sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de loi de M. André Honnorat et plusieurs de ses collègues ayant pour objet d'avancer l'heure légale pendant la durée de la guerre, par M. Malavialle (Chambre des députés, 4 avril 1916). — Deuxième rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la Législation civile et criminelle chargée d'examiner : 1° le projet de loi concernant la résiliation, par suite de la guerre, des baux à loyer; 2° le projet de loi concernant les loyers échus pendant la guerre; 3° le projet de loi relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre; 4° les diverses propositions de loi ayant le même objet, par M. Édouard Ignace (Chambre des députés, 6 avril 1916). — Annexe à ce deuxième rapport supplémentaire (Chambre des députés, 6 avril 1916). — Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur ce rapport, par M. J.-B. Abel (Chambre des députés, 6 avril 1916). — Projet de loi tendant à autoriser le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane (Chambre des députés, 6 avril 1916). — Proposition de résolution invitant le Gouvernement à procéder dans le plus bref délai possible à la revision de tous les sursis d'appel, présentée par M. Mourier (Chambre des députés, 7 avril 1916). — Rapport supplémentaire fait, au nom de la Commission, d'Assurance et de Prévoyance sociales, sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de loi de M. P. Rameil tendant à l'obligation de la rééducation professionnelle des blessés et des mutilés de la guerre appelés à bénéficier de la loi sur les pensions militaires, par M. F. Brunet (Chambre des députés, 11 avril 1916). — Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur la proposition de loi de M. P. Rameil tendant à l'obligation de la rééducation professionnelle des blessés et des mutilés de la guerre appelés à bénéficier de la loi sur les pensions militaires, par M. Bouffandeau (Chambre des députés, 11 avril 1916). — Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de l'Enseignement et des Beaux-Arts sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de loi de M. André Honnorat et plusieurs de ses collègues ayant pour objet d'avancer l'heure légale pendant la durée de la guerre, par M. Malavialle (Chambre des députés, 13 avril 1916). — Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur la proposition de loi de M. André Honnorat et plusieurs de ses collègues, ayant pour objet d'avancer l'heure légale pendant la durée de la guerre, par M. Bouffandeau (Chambre des députés, 13 avril 1916). — Proposition de résolution tendant à assurer l'approvisionnement en charbons français des usines municipales et privées fournissant aux communes le gaz, l'eau et l'électricité, présentée par M. G. Lugol (Chambre des députés, 14 avril 1916). — Projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, sur la taxation des charbons et la limitation des frets pour le transport de charbons sous pavillons français (Chambre des députés, 17 avril, 1916). — Rapport fait au nom de de la Commission des Mines, sur ce projet de loi, par M. Durafour (Chambre des députés, 18 avril 1916). — Avis fait au nom de la Commission du Budget, sur ce projet de loi, par M. L. Dubois (Chambre des députés, 19 avril 1916). — Projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement, et portant que l'effet sera payable au débit de son compte

soit à la Banque de France, soit dans une Chambre de compensation (Chambre des députés, 18 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Budget chargée d'examiner le projet de loi portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités, par M. Raoul Péret (Chambre des députés, 18 mai 1916). — Projet de loi portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités (Chambre des députés, 18 mai 1916).

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905).

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation, réglementation, p. 57. — Sociétés, bilans, p. 64. — Offres et demandes d'emplois, p. XXIX.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et réglementation. — Loi du 1er juillet 1916 concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes, p. 57. — Décret relatif à la prorogation des délais en matière de loyers, p. 59. — Rapport au Ministre suivi d'un arrêté et d'un tableau fixant les prix maxima pour la vente des charbons à l'importation, p. 61.

Sociétés, bilans. — Gaz et Électricité de Valence, p. 64.

Chronique financière et commerciale. — Demandes d'emplois, p. XXIX.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Sur l'établissement des projets des réseaux de distribution à haute tension [1].

Les hautes tensions ont été primitivement employées dans le but d'utiliser des avantages spéciaux, tels que : chutes d'eau, emplacements avantageux, eaux de condensation, proximité du charbon, etc. Dans ces cas, l'énergie à haute tension était transmise près du centre d'utilisation, où sa totalité était transformée à basse tension pour être distribuée aux consommateurs. Souvent, grâce à la facilité avec laquelle une sous-station peut être installée à n'importe quel endroit, il y a une tendance de plus en plus marquée à diviser les réseaux embarrassants à basse tension en plusieurs sections, chacune d'elles étant alimentée par une sous-station. Comme l'emploi de l'électricité pour la lumière et les autres usages domestiques s'accroît rapidement, il n'y a pas de doute que l'étendue des réseaux à basse tension diminuera graduellement, cette diminution correspondant à un accroissement du nombre des points d'alimentation à haute tension, et que pratiquement pour cet emploi, ainsi que pour ceux des autres branches de l'électricité, la distribution sera éventuellement, à haute tension, pratiquement jusqu'aux consommateurs.

Non seulement le prix de la distribution à haute tension est considérablement moins élevé que celui à basse tension, mais il est possible, avec une station génératrice unique, de produire économiquement l'énergie.

Le terme « système de distribution » est souvent employé dans un sens vague pour indiquer tout ce qui est à l'extérieur de la station centrale, mais dans ce qui suit, il sera réservé aux conducteurs qui transportent l'énergie électrique de la station centrale, où elle est produite, aux sous-stations où elle est transformée pour être utilisée par les consommateurs ainsi qu'à l'appareillage nécessaire.

Principes généraux. — Un système de distribution bien compris est celui qui assure les caractéristiques essentielles suivantes pour une dépense annuelle minimum :

a. Sécurité aussi bien pour le producteur que pour le consommateur;

b. Fourniture de courant convenable à l'emploi requis;

c. Absence d'interruption dans le service.

Il est inutile d'insister sur le premier paragraphe; les deux autres reposent sur des principes commerciaux; il faut remarquer que, dans ses différents emplois, l'électricité est en concurrence avec d'autres formes d'énergie primitivement employées, et, si elle n'est pas employée d'une façon tout à fait convenable ou si sa fourniture est sujette à des interruptions, la vente en sera réduite.

L'interruption de la fourniture est généralement causée par la rupture des appareils, et la première précaution est d'apporter tout son soin à l'entretien des différentes parties du système; mais puisque aucun appareil ne peut être construit avec la certitude qu'il ne sera pas détérioré, la seconde précaution est de prévoir l'installation de telle façon que les effets d'un accident à n'importe quelle partie du système soient localisés autant que possible; il y a lieu de remarquer toutefois qu'un bon appareil bien approprié au but qu'il doit remplir ne coûte pas nécessairement plus qu'un mauvais mal employé.

Les principaux points qui réduisent la dépense annuelle sont les suivants, et c'est leur somme qui devra être un minimum :

1° Intérêt sur le capital engagé;

2° Entretien et réserves pour amortissement;

3° Entretien des interrupteurs;

4° Pertes d'énergie dans les conducteurs.

Il n'est pas besoin d'expliquer que le capital engagé doit être aussi bas que possible; de faibles dépenses d'entretien diminuent d'autant les sommes à prévoir pour la dépréciation du matériel; l'argent est doublement bien dépensé pour ce but, puisque non seulement il réduit ces dépenses, mais qu'il procure en même temps de la sécurité à l'installation. Les pertes d'énergie dans les conducteurs peuvent être réduites par l'augmentation du capital engagé, et c'est par conséquent une balance à établir entre les deux, il peut être réduit en bouclant les différentes parties du système, dans le but d'avoir une meilleure répartition de la charge.

L'objet du présent article est d'essayer d'indiquer, en se basant sur les principes précédents, le choix le plus convenable des appareils, et les moyens par lesquels ces appareils peuvent être employés avec le plus grand avantage. Dans ce but, notre étude se divisera en deux sections.

Les points importants dans le choix des appareils concernant : conducteurs (I*a*); interrupteurs (I*b*).

Les méthodes par lesquelles de tels appareils peuvent être le plus économiquement utilisés, cette considération entraînant la détermination de la section économique des conducteurs, c'est-à-dire l'équilibre correct entre les pertes et le capital engagé (II *a*); pour cela, il importe de considérer : la disposition du système de distribution pour donner le maximum d'économie (II *b*); le voltage le plus convenable de distribution (II *c*).

I*a*. Conducteurs. — L'auteur expose quelles sont les conditions qui doivent servir de guide dans le choix des conducteurs aériens ou souterrains dans chaque cas particulier; les deux systèmes ont été portés à un haut degré de perfection; il rappelle que les conducteurs

[1] J.-R. Beard, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. LIV, n° 253, 1er janvier 1916, p. 125-141.

soit à la Banque de France, soit dans une Chambre de compensation (Chambre des députés, 18 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission du Budget chargée d'examiner le projet de loi portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités, par M. Raoul Péret (Chambre des députés, 18 mai 1916). — Projet de loi portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités (Chambre des députés, 18 mai 1916).

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905).

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

QUATORZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Sur l'établissement des projets des réseaux de distribution à haute tension [1].

Les hautes tensions ont été primitivement employées dans le but d'utiliser des avantages spéciaux, tels que : chutes d'eau, emplacements avantageux, eaux de condensation, proximité du charbon, etc. Dans ces cas, l'énergie à haute tension était transmise près du centre d'utilisation, où sa totalité était transformée à basse tension pour être distribuée aux consommateurs. Souvent, grâce à la facilité avec laquelle une sous-station peut être installée à n'importe quel endroit, il y a une tendance de plus en plus marquée à diviser les réseaux embarrassants à basse tension en plusieurs sections, chacune d'elles étant alimentée par une sous-station. Comme l'emploi de l'électricité pour la lumière et les autres usages domestiques s'accroît rapidement il n'y a pas de doute que l'étendue des réseaux à basse tension diminuera graduellement, cette diminution correspondant à un accroissement du nombre des points d'alimentation à haute tension, et que pratiquement pour cet emploi, ainsi que pour ceux des autres branches de l'électricité, la distribution sera éventuellement, à haute tension, pratiquement jusqu'aux consommateurs.

Non seulement le prix de la distribution à haute tension est considérablement moins élevé que celui à basse tension, mais il est possible, avec une station génératrice unique, de produire économiquement l'énergie.

Le terme « système de distribution » est souvent employé dans un sens vague pour indiquer tout ce qui est à l'extérieur de la station centrale, mais dans ce qui suit, il sera réservé aux conducteurs qui transportent l'énergie électrique de la station centrale, où elle est produite, aux sous-stations où elle est transformée pour être utilisée par les consommateurs ainsi qu'à l'appareillage nécessaire.

Principes généraux. — Un système de distribution bien compris est celui qui assure les caractéristiques essentielles suivantes pour une dépense annuelle minimum :

a. Sécurité aussi bien pour le producteur que pour le consommateur;

b. Fourniture de courant convenable à l'emploi requis;

c. Absence d'interruption dans le service.

Il est inutile d'insister sur le premier paragraphe; les deux autres reposent sur des principes commerciaux; il faut remarquer que, dans ses différents emplois, l'électricité est en concurrence avec d'autres formes d'énergie primitivement employées, et, si elle n'est pas employée d'une façon tout à fait convenable ou si sa fourniture est sujette à des interruptions, la vente en sera réduite.

L'interruption de la fourniture est généralement causée par la rupture des appareils, et la première précaution est d'apporter tout son soin à l'entretien des différentes parties du système; mais puisque aucun appareil ne peut être construit avec la certitude qu'il ne sera pas détérioré, la seconde précaution est de prévoir l'installation de telle façon que les effets d'un accident à n'importe quelle partie du système soient localisés autant que possible; il y a lieu de remarquer toutefois qu'un bon appareil bien approprié au but qu'il doit remplir ne coûte pas nécessairement plus qu'un mauvais mal employé.

Les principaux points qui réduisent la dépense annuelle sont les suivants, et c'est leur somme qui devra être un minimum :

1° Intérêt sur le capital engagé;
2° Entretien et réserves pour amortissement;
3° Entretien des interrupteurs;
4° Pertes d'énergie dans les conducteurs.

Il n'est pas besoin d'expliquer que le capital engagé doit être aussi bas que possible; de faibles dépenses d'entretien diminuent d'autant les sommes à prévoir pour la dépréciation du matériel; l'argent est doublement bien dépensé pour ce but, puisque non seulement il réduit ces dépenses, mais qu'il procure en même temps de la sécurité à l'installation. Les pertes d'énergie dans les conducteurs peuvent être réduites par l'augmentation du capital engagé, et c'est par conséquent une balance à établir entre les deux, il peut être réduit en bouclant les différentes parties du système, dans le but d'avoir une meilleure répartition de la charge.

L'objet du présent article est d'essayer d'indiquer, en se basant sur les principes précédents, le choix le plus convenable des appareils, et les moyens par lesquels ces appareils peuvent être employés avec le plus grand avantage. Dans ce but, notre étude se divisera en deux sections.

Les points importants dans le choix des appareils concernant : conducteurs (I*a*); interrupteurs (I*b*).

Les méthodes par lesquelles de tels appareils peuvent être le plus économiquement utilisés, cette considération entraînant la détermination de la section économique des conducteurs, c'est-à-dire l'équilibre correct entre les pertes et le capital engagé (II *a*); pour cela, il importe de considérer : la disposition du système de distribution pour donner le maximum d'économie (II *b*); le voltage le plus convenable de distribution (II *c*).

I*a*. Conducteurs. — L'auteur expose quelles sont les conditions qui doivent servir de guide dans le choix des conducteurs aériens ou souterrains dans chaque cas particulier; les deux systèmes ont été portés à un haut degré de perfection; il rappelle que les conducteurs

[1] J.-R. Beard, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. LIV, n° 253, 1er janvier 1916, p. 125-141.

aériens sont nécessairement plus sujets au claquage que les souterrains, et que ces derniers sont à préférer au point de vue de la sécurité, à moins que des circonstances spéciales, telles que les affaissements, augmentent le risque d'accident au câble. Ce point n'est pas aussi important qu'on pourrait le croire, car en dépit des nombreuses manières dont peuvent être endommagés les conducteurs aériens, neige, vent, foudre, courts circuits dus aux oiseaux, cerfs-volants, etc., il est reconnu en pratique que, par mile de conducteur, la moyenne des ruptures sérieuses de conducteurs aériens est le double environ de celle des conducteurs souterrains.

L'avantage des conducteurs aériens est leur faible prix d'achat plus particulièrement aux hautes tensions; ceci est aisément vu figure 5; ils sont d'un emploi tout indiqué à travers la campagne, mais ils ont d'autres désavantages qui doivent toujours être présents à l'esprit, à savoir :

a. Ils nécessitent des droits spéciaux de passage.

b. La perte inductive est plus grande que celle d'un câble équivalent.

c. Si des lignes aériennes sont mises en parallèle avec des câbles jamais on n'obtient le maximum d'économie.

d. Ils tendent à abaisser le facteur de puissance du système.

En ce qui concerne le chapitre *b*, il y a lieu de rappeler que l'inductance d'un circuit triphasé varie comme le logarithme de la distance entre les conducteurs; l'inductance plus élevée des lignes aériennes est donc inhérente à leur construction puisque cette distance doit être plusieurs fois celle d'un câble, à cause de la faible valeur d'isolement de l'air comparée avec celle du papier imprégné, mais plus particulièrement à cause de la nécessité d'éloigner les fils pour prévenir les courts circuits dus aux oiseaux, à la neige, etc.

La perte inductive est montrée à la figure 7 pour un système à 50 périodes, en fonction des différents facteurs de charge; il faut remarquer qu'elle est d'autant plus sensible que la section de la ligne est grande, par conséquent l'emploi des conducteurs aériens ou bien réduit le rayon d'action de la transmission pour un voltage donné, ou oblige à une dépense supplémentaire de cuivre. Jusqu'à un certain point ce désavantage est diminué par le fait que les conducteurs aériens travaillent à plus faible densité de courant (voir *fig.* 4) et qu'il est souvent possible d'établir ces lignes en suivant une route plus courte que celle du câble équivalent.

Si un câble et une ligne aérienne de section égale sont connectés en parallèle, la plus haute inductance de la ligne aérienne a pour effet de diviser inégalement la charge, ce qui empêche les deux circuits de travailler à leur plus économique densité de courant, et détermine en plus une différence de phase entre les deux lignes. Pour donner un exemple, supposons un courant de 300 ampères à 6000 volts et 50 périodes, devant débiter sur un câble de 0,15 pouce carré, et sur une ligne aérienne de même section en parallèle. Le courant dans le câble sera de 210 ampères, et de 105 ampères dans la ligne, tandis que les pertes par résistance sont augmentées de 24 pour 100 comparées avec celles de deux circuits qui seraient ou des câbles ou des lignes aériennes.

I *b*. Interrupteurs. — L'interrupteur doit remplir plusieurs fonctions, mais l'une des premières est d'isoler les appareils défectueux et conséquemment d'interrompre ou de prévenir les courts circuits importants.

Le problème est extrêmement difficile, car il est en dehors de tout calcul mathématique et les seuls documents qu'on possède sont ceux résultant de l'expérience. Toutefois cette expérience est difficile en ce qui concerne les interrupteurs, car les conditions d'essais faits sur une petite échelle ne sont pas entièrement celles d'un réseau sur lequel on ne peut courir le risque de faire ces essais.

En ce qui concerne les interrupteurs à huile, la rupture d'un court circuit important peut être le mieux comparée à la détonation d'un explosif et, si l'interrupteur n'est pas approprié, la cuve éclatera et l'interrupteur sera entièrement détruit. Autrefois on pensait que c'était dû aux grandes quantités de vapeur d'huile produite par l'arc arrivant à la surface et s'enflammant au contact de l'air, mais il est maintenant prouvé par l'expérience qu'un interrupteur approprié pour maintenir le maximum de tension explosive des gaz est capable de maintenir un court circuit avec la puissance illimitée qui se trouve derrière et il semble infiniment probable que la principale cause de l'explosion est due à la rapide production des gaz au-dessous de la surface de l'huile.

Les interrupteurs sont prévus avec des ouvertures pour l'évacuation de ces gaz, mais cette mesure ne réduit pas matériellement la pression dans la cuve, parce que l'inertie du liquide cause une pression locale élevée, qui est transmise hydrauliquement à la cuve bien avant que la surface libre de l'huile puisse se mettre en mouvement.

Il est cependant nécessaire, soit de réduire l'intensité de l'explosion, soit de construire l'interrupteur assez solidement pour résister à la pression, mais comme cette solution serait assez coûteuse pour des pressions de plusieurs centaines de livres par pouce carré, la première alternative a reçu plus d'attention. Si l'arc peut être allongé rapidement, il s'ensuit, toutes choses égales, qu'une résistance est introduite et le circuit est plus promptement coupé, en même temps que la période pendant laquelle se produit la chaleur est réduite. En conséquence la tendance est de réduire l'inertie des parties mobiles et d'accélérer leur mouvement par l'action de ressorts puissants.

On a cherché à utiliser l'action magnétique du courant, ce qui a l'avantage que plus le court circuit est intense, plus la rupture est rapide : l'une des idées les plus intéressantes dans cette voie est de relier électriquement deux arcs en série, en les disposant parallèlement, de façon que le sens du courant soit opposé dans chaque branche; ainsi il y a répulsion entre eux, répulsion qui est proportionnelle aux produit des intensités dans les deux arcs c'est-à-dire au carré de l'intensité du court circuit. Comme la masse de vapeur produite par le courant est assez petite, la force répulsive produira rapidement un mouvement des arcs, ce qui les allongera, cette action se superposant à l'allongement dû à la séparation des contacts.

On a également proposé de réduire la violence des explosions par des bobines de réactance, mais cet emploi n'est à conseiller qu'avec les générateurs.



En ce qui concerne l'emploi des interrupteurs automatiques, il y a lieu de remarquer qu'une erreur assez commune est de vouloir économiser en proportionnant l'interrupteur à la capacité de l'appareil qu'il doit protéger; c'est une erreur grossière, la grandeur de l'interrupteur doit être celle qui correspond à la valeur du court circuit qu'il doit couper, ce court circuit pouvant être aussi grand sur un petit appareil que sur un grand.

II *a*. La section économique des conducteurs. — Quoiqu'il soit reconnu que la section la plus économique des conducteurs est celle pour laquelle la somme des charges annuelles et la valeur de la perte d'énergie est minimum, il est assez rare qu'un emploi pratique soit fait de cette formule. Toutefois on doit chercher à s'en rapprocher.

Les charges annuelles qui ont été relevées pour les conducteurs aériens et souterrains à différentes tensions sont indiquées figure 1; elles sont basées sur des moyennes

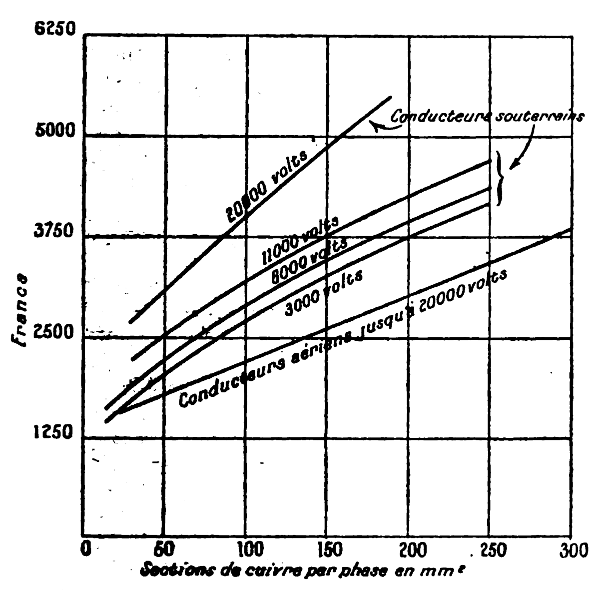


Fig. 1. — Intérêt et amortissement annuel par mile pour différents types de conducteurs triphasés.

commerciales, intérêt de 5 pour 100 l'an, dépréciation de 2 pour 100 pour les conducteurs souterrains et 3 pour 100 pour les conducteurs aériens; avec ces données les premiers peuvent être remplacés en 22 ans et demi, les seconds en 17 ans et demi, en attribuant à chacun une valeur résiduelle de 20 pour 100. Il y a lieu de noter que dans le cas des conducteurs aériens il n'y a qu'une courbe jusqu'à 20 000 volts, la différence sur les plus basses tensions portant sur les isolateurs, différence qui est assez petite; les courbes ne dépassent pas 20 000 volts, car au-dessus de ces tensions les résultats d'expérience ne sont pas encore assez comparables. Dans la figure 2, la ligne pleine montre, pour un système d'une capacité de 50 000 kw, les pertes de charge à 50 pour 100 de la charge maximum et la ligne pointillée, qui est à une échelle agrandie, celles à 35 pour 100; la forme des deux courbes est sensiblement la même ce qui prouve que pour l'ensemble d'un réseau, on peut admettre que les pertes sont proportionnelles au facteur de charge. Ces pertes ont pour effet, en abaissant la tension, d'augmenter le débit des conducteurs.

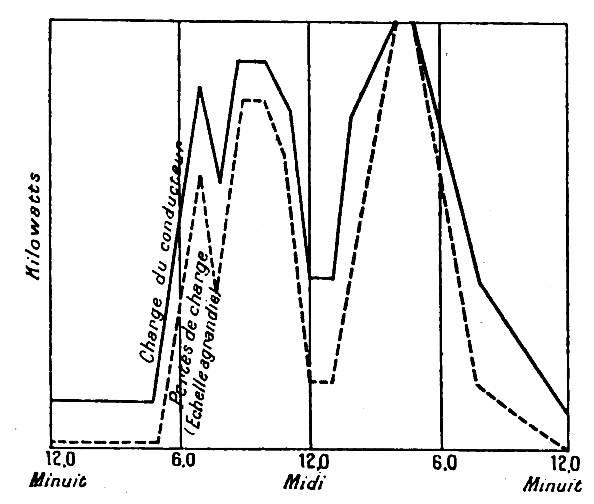


Fig. 2. — Courbe de charge d'un système type avec un facteur de charge de 50 pour 100 et courbe correspondante des pertes (à échelle agrandie) avec un facteur de charge de 35 pour 100.

En faisant la somme des charges annuelles et des pertes en lignes on obtient des courbes qui sont représentées figure 3 et qui se réfèrent à un câble souterrain de

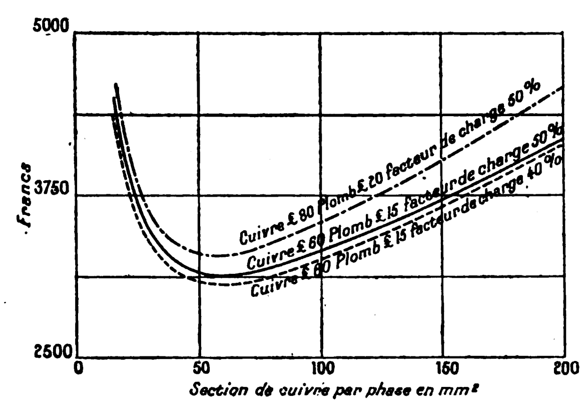


Fig. 3. — Coût total (intérêt et amortissement) et pertes d'énergie par mile de conducteur souterrain à 6000 volts, pour une charge maximum de 100 ampères.

6000 volts pouvant débiter un maximum de 100 ampères. Le fait le plus intéressant de cette courbe est que la section la plus économique n'est pas absolument définie; elle est dans le cas actuel de 0,09 pouce carré, mais pour 2,5 pour 100 d'augmentation du coût annuel, la section peut être augmentée de 44,5 pour 100 ou diminuée de 27,2 pour 100; pour 5 pour 100 d'augmentation, la section augmente de 65,5 pour 100 ou diminue de 36,1 pour 100.

La courbe supérieure montre que l'influence des variations de prix du métal est pratiquement négligeable. En groupant un certain nombre de courbes semblables à celles de la figure 3, on obtient celles représentées figure 4. Les lignes pleines, pour les conducteurs aériens ou souterrains à différentes tensions, donnent les sections les plus économiques pour un courant maximum donné, tandis que les lignes pointillées montrent l'augmentation de section correspondant à 5 pour 100 d'augmentation du prix annuel; il sera remarqué que jusqu'à 11 000 volts dans le cas des conducteurs souterrains et jusqu'à 20 000 volts dans le cas des conducteurs aériens, la tension ne produit pas de différence dans la section économique.

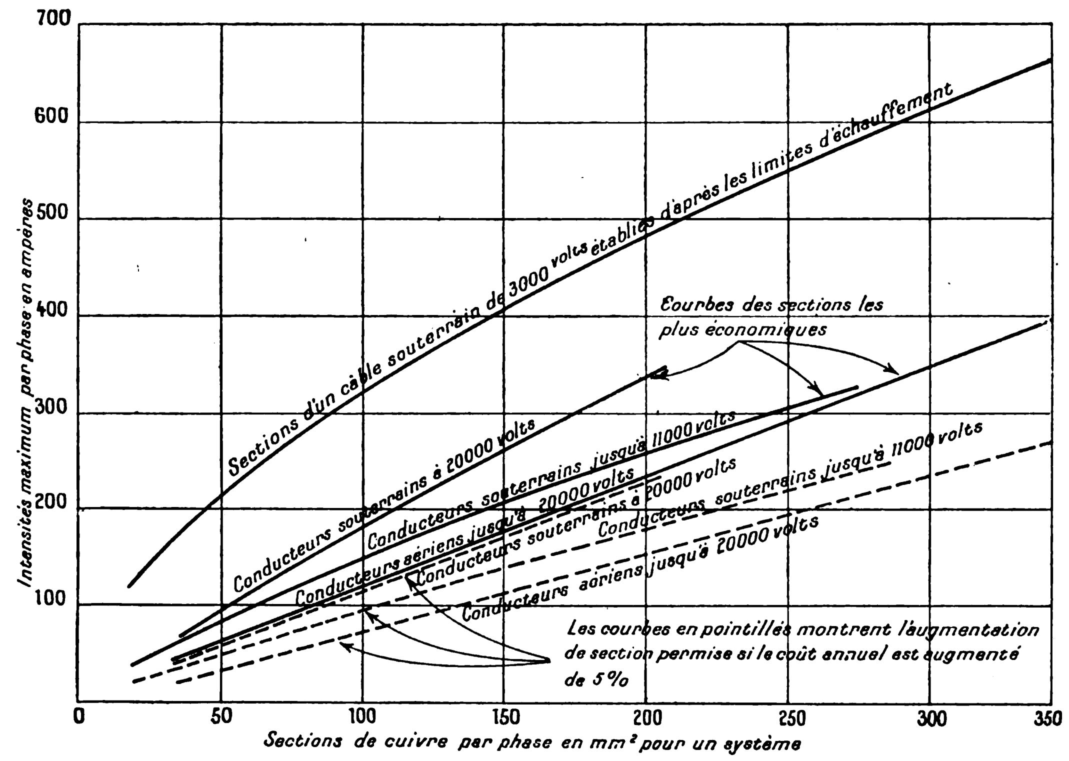


Fig. 4. — Sections de conducteurs les plus économiques pour un système triphasé aux différentes charges maxima.

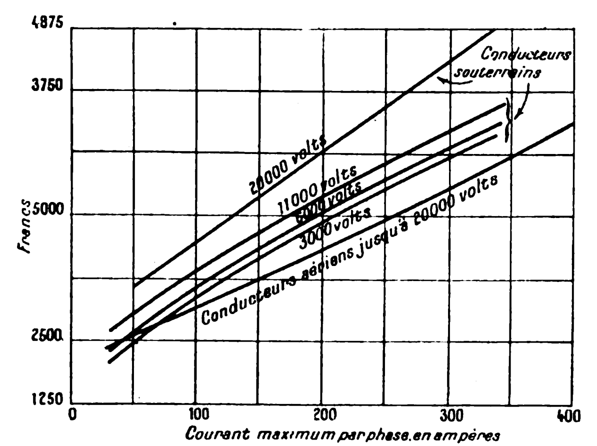


Fig. 5. — Coût total minimum annuel par mile pour des conducteurs triphasés pour différentes intensités.

Des séries de courbes employées en déterminant les sections économiques, il est aussi possible de trouver le coût minimum annuel des charges d'intérêt, dépréciation, pertes par mile de conducteurs pour des courants maximum donnés, sur l'hypothèse que les sections économiques qui correspondent à ces conducteurs sont employées; si une réserve est ajoutée pour l'entretien, les courbes obtenues donneront le coût total minimum annuel par mile de conducteur. Les courbes (*fig.* 5) ont été obtenues de cette manière.

II *b*. Tracé du système de distribution. — Excepté dans des circonstances spéciales, il est essentiel que chaque sous-station soit alimentée par deux sources séparées, et qu'un système de protection soit prévu sur chaque feeder. Les différents types de système de distribution peuvent se ramener à trois classes, ce sont :

1° Le système « interconnected » avec « balanced current », dans lequel la station centrale est reliée aux sous-stations par des feeders, ces sous-stations étant elles-mêmes réunies par des fils d'équilibre :

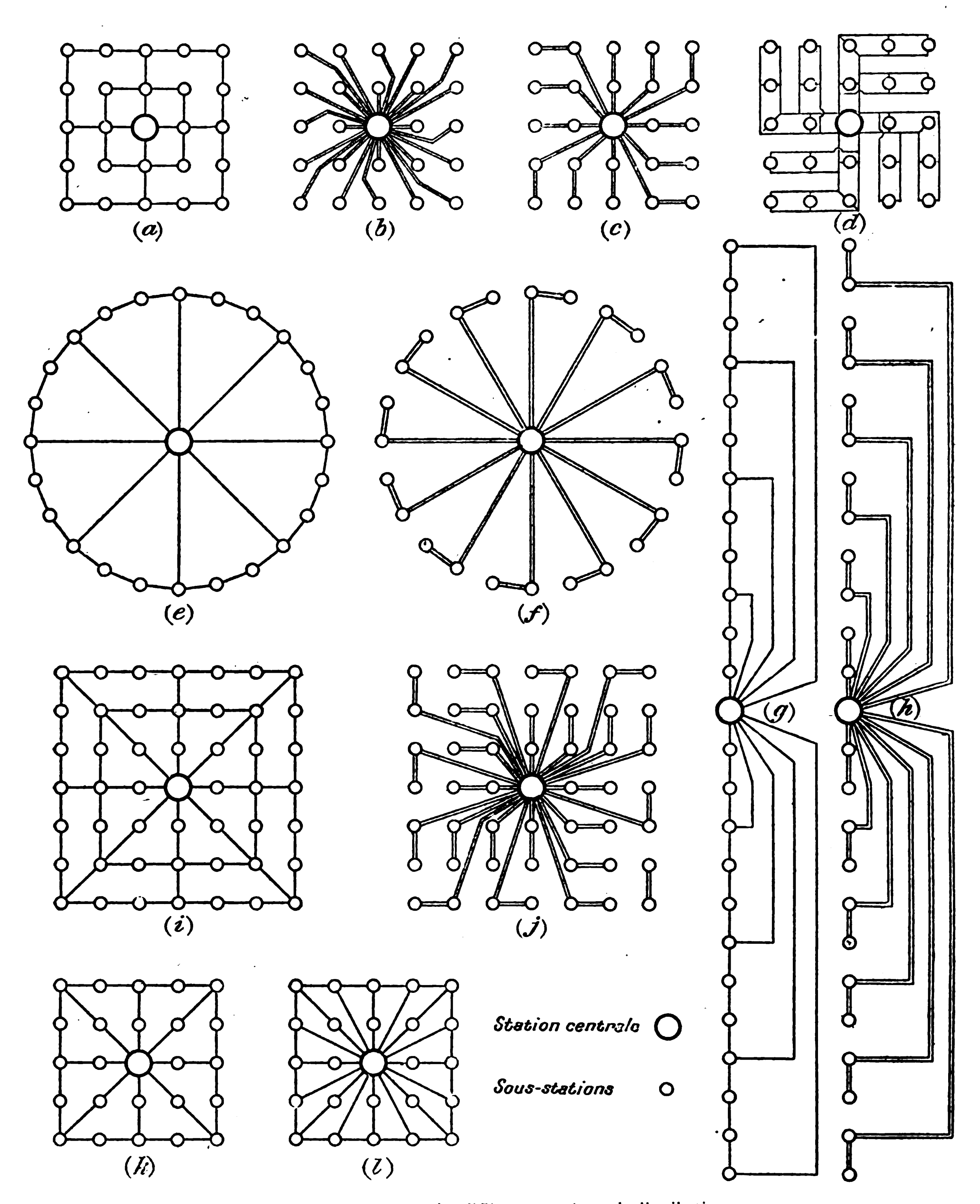


Fig. 6. — Diagramme des différents systèmes de distribution.

La courbe supérieure montre que l'influence des variations de prix du métal est pratiquement négligeable.

En groupant un certain nombre de courbes semblables à celles de la figure 3, on obtient celles représentées figure 4. Les lignes pleines, pour les conducteurs aériens ou souterrains à différentes tensions, donnent les sections les plus économiques pour un courant maximum donné, tandis que les lignes pointillées montrent l'augmentation de section correspondant à 5 pour 100 d'augmentation du prix annuel; il sera remarqué que jusqu'à 11 000 volts dans le cas des conducteurs souterrains et jusqu'à 20 000 volts dans le cas des conducteurs aériens, la tension ne produit pas de différence dans la section économique.

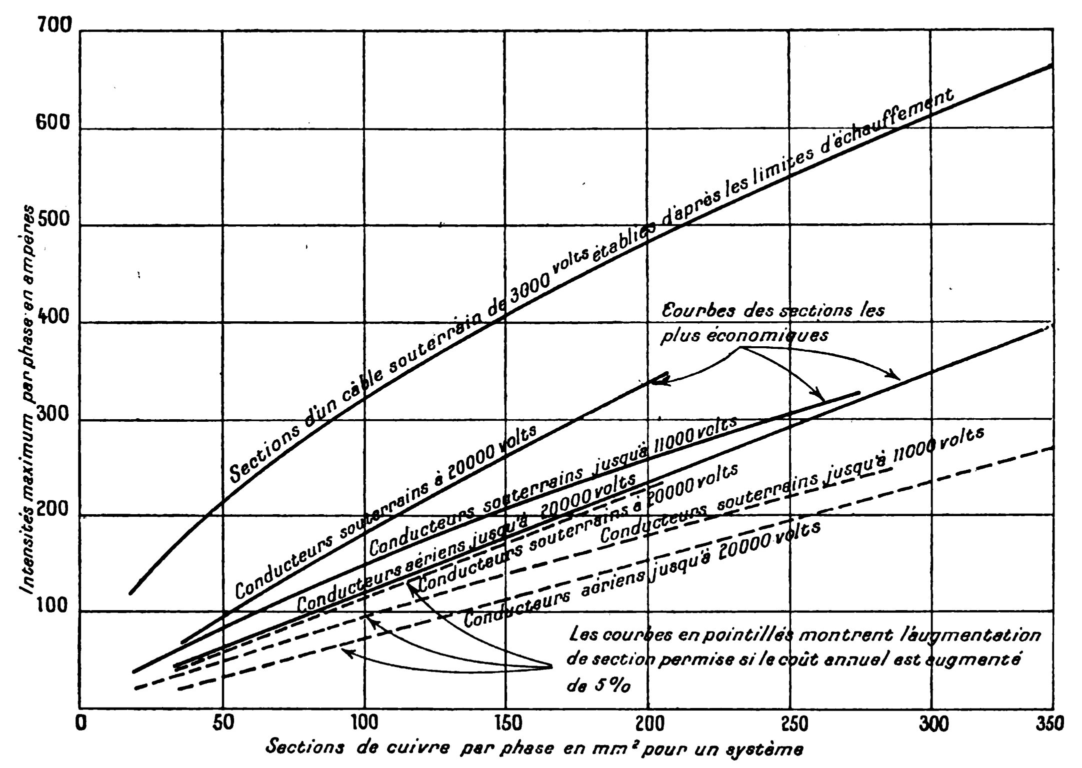


Fig. 4. — Sections de conducteurs les plus économiques pour un système triphasé aux différentes charges maxima.

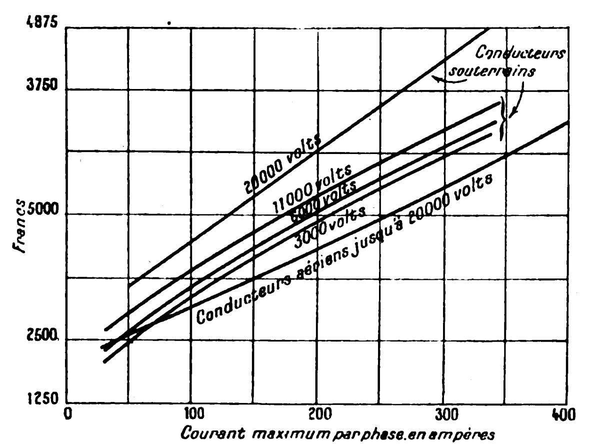


Fig. 5. — Coût total minimum annuel par mile pour des conducteurs triphasés pour différentes intensités.

Des séries de courbes employées en déterminant les sections économiques, il est aussi possible de trouver le coût minimum annuel des charges d'intérêt, dépréciation, pertes par mile de conducteurs pour des courants maximum donnés, sur l'hypothèse que les sections économiques qui correspondent à ces conducteurs sont employées; si une réserve est ajoutée pour l'entretien, les courbes obtenues donneront le coût total minimum annuel par mile de conducteur. Les courbes (*fig.* 5) ont été obtenues de cette manière.

II *b*. Tracé du système de distribution. — Excepté dans des circonstances spéciales, il est essentiel que chaque sous-station soit alimentée par deux sources séparées, et qu'un système de protection soit prévu sur chaque feeder. Les différents types de système de distribution peuvent se ramener à trois classes, ce sont :

1° Le système « interconnected » avec « balanced current », dans lequel la station centrale est reliée aux sous-stations par des feeders, ces sous-stations étant elles-mêmes réunies par des fils d'équilibre :



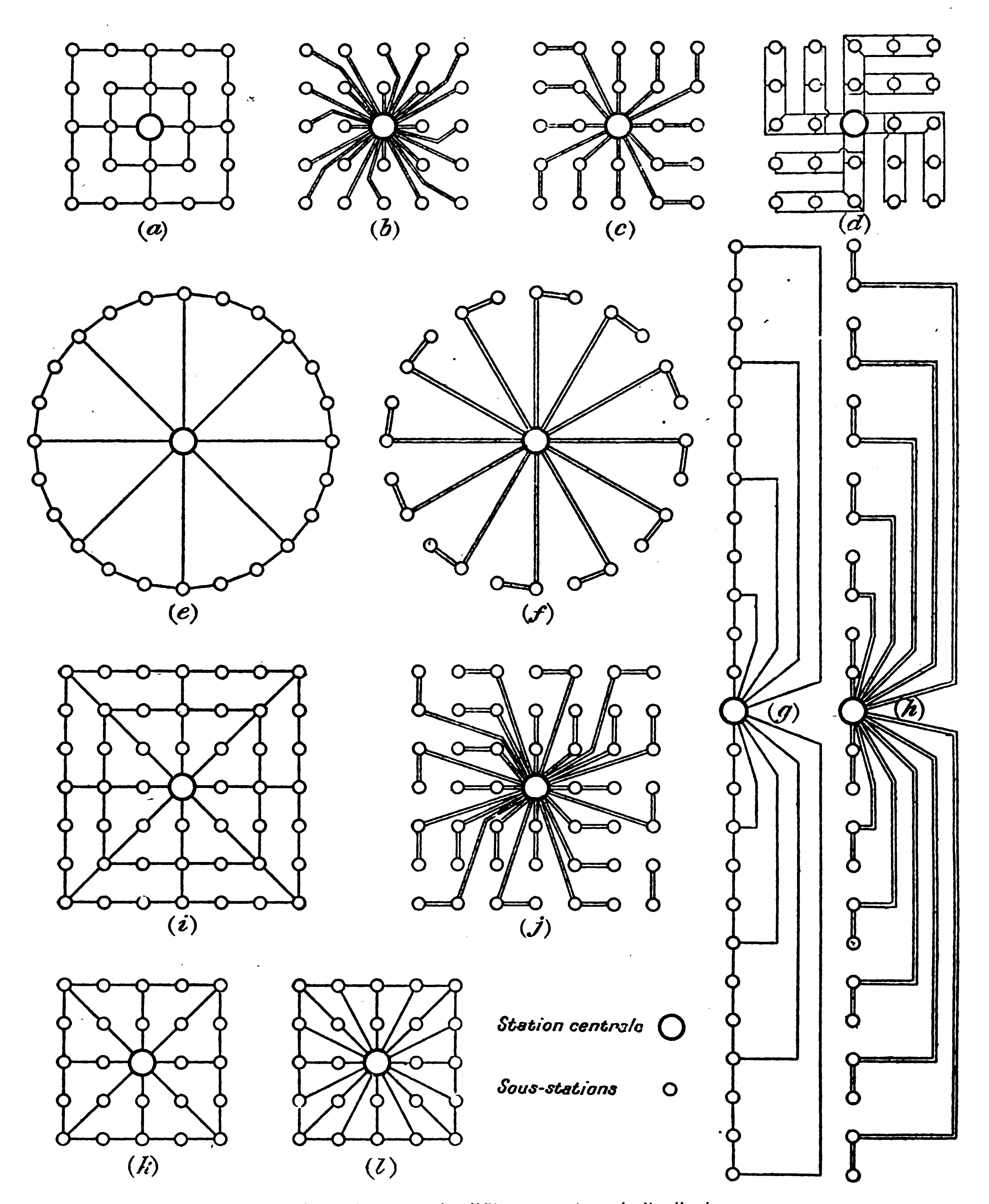


Fig. 6. — Diagramme des différents systèmes de distribution.

Ce système assure la continuité du service, à toutes les sous-stations, malgré un accident sur un feeder.

2° Le système radial simple avec feeders directs doubles, de la centrale à chaque sous-station : dans ce cas, des relais à maximum doivent être prévus au départ de la centrale et des relais à retour d'énergie aux sous-stations, ceci limite le risque d'interruption à la sous-station alimentée par le feeder avarié; ce système a été appliqué pour l'important réseau du chemin de fer souterrain de Londres.

3° Le système radial série, avec feeders directs doubles protégés comme précédemment, alimentant seulement la moitié des sous-stations celles restant étant alimentées par les premières par le même moyen.

Enfin ces différents systèmes peuvent être combinés.

Pour se faire une idée du système le plus avantageux

Tableau I.

Type du système.	Figures de référence.	Nombre d'interrupteurs.	Longueurs de conducteurs en miles.	Coûts annuels.	Augmentation pour 100 du coût sur le système « Interconnected ».
Interconnected	6 (*a*)	64	32	fr 118 800	»
Simple radial	6 (*b*)	96	93,7	191 600	61,3
Series radial	6 (*c*)	96	61,2	151 875	27,8

Tableau II.

Type du système.	Figures de référence.	Nombre d'interrupteurs.	Longueurs de conducteurs en miles.	Coûts annuels.	Augmentation pour 100 du coût sur le système « Interconnected ».
Interconnected	6 (*a*)	64	32,0	fr 118 800	»
Semi duplicate « tee »	6 (*d*)	80	48,0	136 950	15,3
Change over « tee »	6 (*d*)	56	48,0	130 400	9,8

Tableau III.

Nature de la modification au cas typique prévu.	Type de système.	Voir figure 6.	Nombre d'interrupteurs.	Longueurs de conducteurs en miles.	Coûts annuels.	Augmentation pour 100 du coût sur le système « Interconnected ».
Sous-stations établies en boucles	Interconnected	(*e*)	64	54,6	fr 201 975	»
	Series radial	(*f*)	96	115,9	274 425	34,2
Sous-stations établies en ligne	Interconnected	(*g*)	66	84	287 700	»
	Series radial	(*h*)	96	168	391 100	35,9
Sous-stations espacées à raison de une pour 4 miles carrés	Interconnected	(*a*)	64	64	218 400	»
	Series radial	(*c*)	96	122,4	277 575	27,1
Sous-stations espacées à raison de 4 pour 1 mile carré	Interconnected	(*a*)	64	16	69 000	»
	Series radial	(*e*)	96	30,6	89 050	29,0
Surface du réseau portée à 49 miles carrés	Interconnected	(*i*)	128	69	277 700	»
	Series radial	(*j*)	192	166,9	403 375	45,2
Surface du réseau portée à 81 miles carrés	Interconnected	»	192	120,8	510 525	»
	Series radial	»	320	347,7	828 100	61,4
Charge des sous-stations réduites à 250 kw	Interconnected	(*a*)	64	32	99 000	»
	Series radial	(*c*)	96	61,2	131 875	33,7
Charge des sous-stations portées à 1000 kw	Interconnected	(*k*)	64	35,3	163 325	»
	Series radial	(*c*)	96	61,2	198 025	18,2
Charge des sous-stations portées à 2000 kw	Interconnected	(*l*)	80	53,2	261 725	»
	Series radial	(*c*)	96	61,2	264 300	1,0

le système pris comme exemple se rapporte à une distribution de 25 miles carrés, avec l'usine génératrice au centre, les sous-stations travaillant avec une charge de 500 kw, avec un facteur de puissance égal à 0,8, et un facteur de charge de 30 pour 100 situé au centre de chaque mile carré, la distribution étant effectuée par un câble souterrain à 6000 volts. Il est admis qu'à cause de la diversité des charges des différentes sous-stations, le facteur de charge de la centrale est d'environ 50 pour 100 et le facteur de charge moyen du feeder pour le système interconnected de 40 pour 100. Les schémas correspondant aux différents systèmes de distribution sont représentés en figure 6.

Les tableaux I, II, III donnent, pour le cas typique prévu plus haut, les coûts annuels de conducteurs.

L'examen de ces tableaux montre clairement l'avantage de l'interconnected system sur le système radial jusqu'à 6000 volts. Le tableau IV montre l'influence de la tension sur le coût annuel des conducteurs pour différents systèmes, comprenant des sous-stations de 2000 kw.

TABLEAU IV.

TENSION de distribution.	INTERCONNECTED SYSTEM.		SERIES RADIAL SYSTEM.		AUGMENTATION pour 100 du coût du système radial sur le système interconnected correspondant.
	Voir figure 6.	Coût annuel.	Voir figure 9.	Coût annuel.	
		fr		fr	
6 000	(l)	261 725	(c)	264 300	1,0
11 000	(k)	190 850	(c)	232 375	21,8
20 000	(a)	199 600	(c)	268 900	34,8

II c. TENSION DE DISTRIBUTION LA PLUS CONVENABLE. — En général on admet que la variation de voltage en plus ou en moins de la valeur normale n'excède pas 5 pour 100, soit 10 pour 100 au total; de cette somme on déduit 2,5 pour 100 pour la perte de voltage dans les transformateurs, donnant une marge de 7,5 pour 100 pour les variations permises dans les conducteurs. La figure 4 montre que sous les mêmes conditions la densité de courant dans les conducteurs, et par conséquent la perte de voltage par mile, est approximativement indépendante de leur section; de cette figure on a déduit le tableau V.

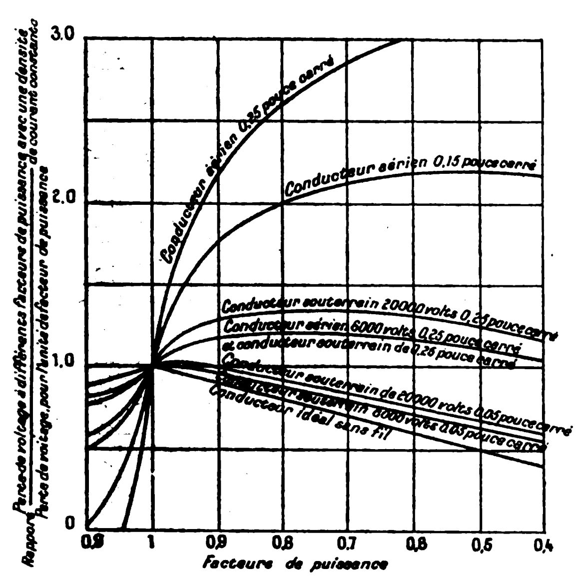


Fig. 7. — Effet de la perte inductive aux différents facteurs de puissance pour différents conducteurs.

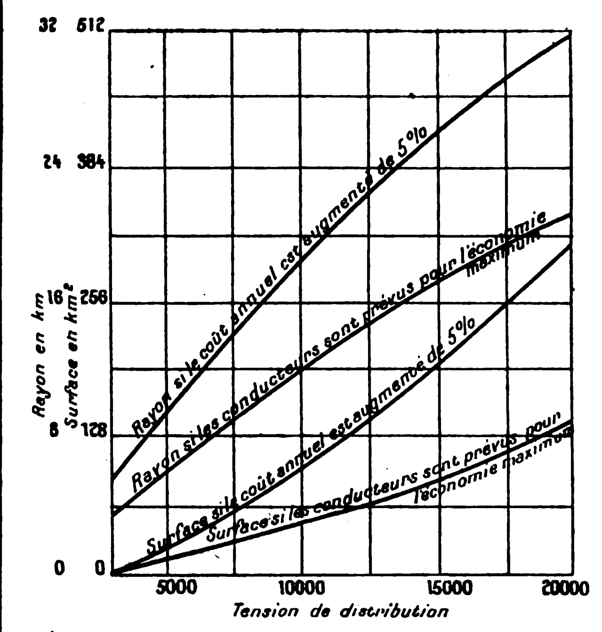


Fig. 8. — Rayons et surfaces de distribution à différentes tensions.

Comme le facteur de puissance de la plupart des systèmes de distribution est plus petit que l'unité, il est nécessaire de faire intervenir également la perte de vol-

TABLEAU V.

TYPE de conducteur.	AMPÈRES par pouce carré à la charge maximum.		PERTE E. I. entre phase par mile de conducteur à la charge maximum.	
	avec la charge la plus économique.	avec une diminution de charge correspondant à une dépense supplémentaire de 5 pour 100.	avec la charge la plus économique.	avec une diminution de charge correspondant à une dépense supplémentaire de 5 pour 100.
Conducteurs souterrains jusqu'à 11 000 volts....	910	635	68,1	47,5
Conducteurs souterrains à 20000 volts.........	1190	800	88,8	59,9
Conducteurs aériens jusqu'à 20000 volts......	800	540	59,9	40,4

tage inductive. Celle-ci n'est pas indépendante de la section, mais étant donnée la densité de courant de la table 5, et la fréquence du système, elle peut être aisément calculée, de la tension et de la distance entre conducteurs. La figure 7 montre, pour plusieurs types de conducteurs, la valeur relative de la perte inductive par rapport à la perte totale de voltage à différents facteurs de puissance; les calculs sont faits pour une fréquence de 50 cycles par seconde, et une densité de courant constante puisque la valeur économique pour cette dernière est indépendante du facteur de puissance. Ces courbes sont relatives à un système triphasé.

Il est évident que le rayon et la surface maximum d'une distribution, pour un voltage donné, varient en même temps que le facteur de puissance, et les différents facteurs qui déterminent la perte inductive, mais dans le but de donner une idée relative de ce rayon et de cette surface, la figure 8 est tracée en admettant : une perte

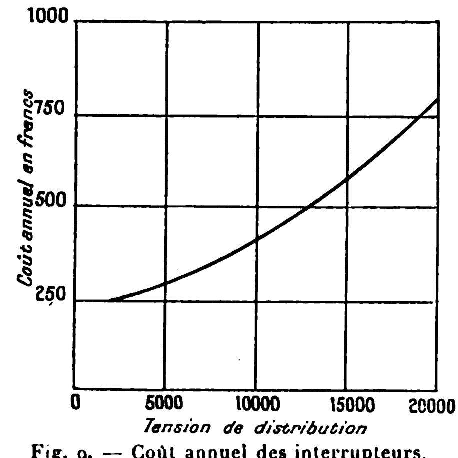


Fig. 9. — Coût annuel des interrupteurs.

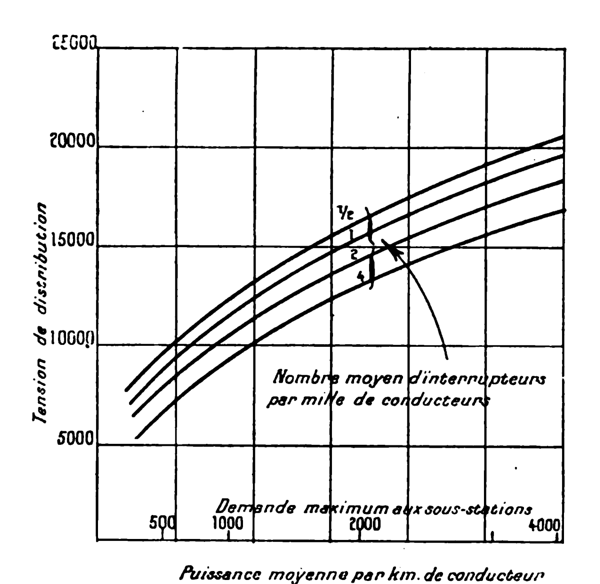


Fig. 10 *a*. — Tension de distribution économique.

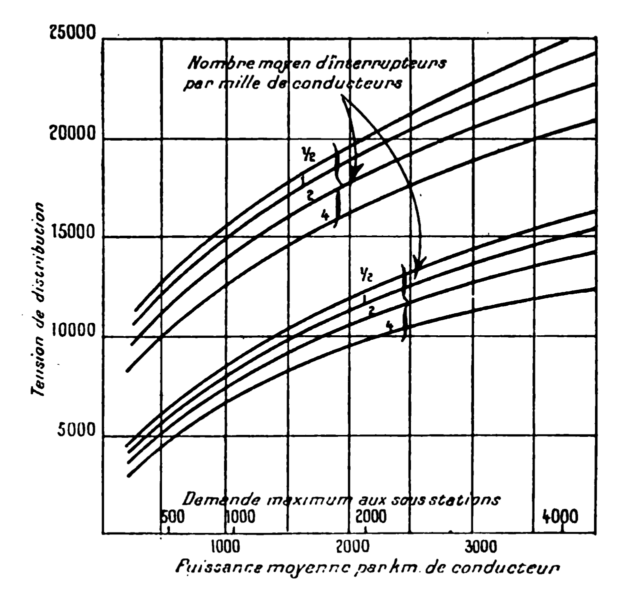


Fig. 10 *b*. — Limites inférieure et supérieure de la tension de distribution pour une majoration de 5 pour 100 du coût de la distribution.

de voltage de 7,5 pour 100; un facteur moyen de puissance 0,8; un réseau comprenant des longueurs égales de conducteurs aériens et souterrains; une section moyenne de conducteur de 0,15 pouce carré; une fréquence 50 p : sec.

En même temps que la considération du voltage le plus économique à adopter, il est bon de faire intervenir l'augmentation de prix des interrupteurs avec l'augmentation de ce voltage. La figure 9 montre cet accroissement.

En faisant intervenir le prix des conducteurs et celui des interrupteurs et en général de l'appareillage de protection, on déduit les courbes de la figure 10 *a*, où en même temps on fait varier la distance des sous-stations, et aux courbes de la figure 10 *b*.

A propos de la construction des réseaux aériens basse tension.

Nous avons reçu à ce sujet la lettre suivante :

J'ai lu avec le plus vif intérêt, dans le numéro du 19 mai (p. 299-304) l'article de M. Delamarre sur la construction des réseaux aériens basse tension. Les critiques que l'auteur adresse à l'étude de M. Stekelorum sont en général des mieux fondées, mais l'une d'elles, celle relative aux lignes sur potelets, me semble donner elle-même prise à la critique ou tout au moins à la controverse.

Sans vouloir ouvrir un débat qui pourrait être sans fin, j'estime, contrairement aux assertions de M. Delamarre, que la ligne en façade est plus économique comme prix d'installation que la ligne en pignon. M. Delamarre n'envisage que la ligne en façade passant à 2 m au-dessus des chéneaux, mais qu'il prenne comme exemple la ligne passant devant les façades et les rôles seront renversés, parce que dans ce cas la hauteur du potelet ne sera plus que de 1,50 m à 1,75 m au lieu de 5,50 m. La plupart des réseaux dans le Nord et le Pas-de-Calais sont installés de cette façon et je ne sache pas que cela ait jamais donné lieu à aucun inconvénient.

Quant aux branchements et aux réparations M. Delamarre admet lui-même qu'ils sont plus faciles dans la ligne en façade. Il en est de même de la pose des fils et de leur réglage.

Le point de vue esthétique mis à part, la ligne en façade est donc plus avantageuse que celle en pignon. Le côté esthétique n'est certes pas à dédaigner, mais, suivant les propres expressions de M. Delamarre, « chaque fois que l'on s'attachera à des questions d'esthétique et qu'on se laissera guider par des considérations de deuxième ou de troisième ordre, on sera certain d'aboutir à une solution fausse ».

Veuillez agréer, Monsieur le Rédacteur en chef, mes salutations les plus distinguées.

M. JACQUES,
Ingénieur E. C. P.

Sur le calcul des longues lignes; G. DI PIRRO (*Elettrotecnica*, 25 avril 1916, p. 238-248). — L'auteur compare la méthode de calcul proposée par le professeur G. Revessi (voir *Elettrotecnica*, 3e année, n° 8) à celle générale, dans laquelle on emploie les fonctions hyperboliques. — Il montre que l'approximation qu'on obtient avec les formules de M. Revessi est du même degré que celle qu'on obtiendrait en développant en série le sinus et le cosinus hyperboliques de la constante d'amortissement complexe, et en s'arrêtant aux termes de troisième degré. — L'auteur donne une autre méthode de calcul qui peut réussir utilement lorsqu'on ne veut pas employer les formules générales. — Cette méthode permet d'exécuter plus rapidement le calcul d'une ligne de transmission quelle que soit sa longueur, dès qu'on a effectué le calcul pour une section de la ligne même, cette section étant choisie convenablement petite lorsqu'on veut employer pour elle des procédés approximatifs. — Des exemples concernant aussi les lignes téléphoniques ont été donnés pour illustrer les considérations développées.

Application des ondes rectangulaires à l'étude des surtensions; P. NORMIER (*Industrie électrique*, 10 et 25 avril 1916, p. 125-131 et 154-156, 18 figures). — Les ondes rectangulaires ne sont qu'un cas particulier des variations soudaines de tension qui sont provoquées sur les réseaux soit par des causes extérieures comme la foudre, soit par des causes intérieures comme le fonctionnement d'un interrupteur ou un court circuit. L'étude de ces ondes peut donc nous renseigner sur les propriétés des dispositifs de protection qui sont utilisés sur les réseaux, et c'est précisément dans ce but que l'auteur à entrepris cette étude. — M. Normier examine d'abord l'effet d'une résistance inductive sur une onde rectangulaire. Il montre l'influence de la quantité d'inductance sur la durée d'établissement du courant, établit que dans le cas de deux impédances en série la tension de l'onde réfractée est égale à la somme des tensions de l'onde incidente et de l'onde réfléchie, étend les résultats trouvés au cas d'une onde rectangulaire de durée infinie, puis revient au cas d'une onde de durée finie et termine cette partie de son article par la conclusion suivante : Si une bobine de choc est disposée en série entre une ligne de transmission et un transformateur, elle protégera celui-ci contre les brusques variations de tension engendrées sur la ligne, mais formera, par contre, un obstacle à l'écoulement dans la ligne des perturbations produites dans le transformateur, augmentant ainsi les risques auxquels ce dernier est exposé. — L'auteur passe alors à l'étude de l'effet d'un condensateur sur une onde rectangulaire en envisageant successivement une onde de durée illimitée et une onde de durée limitée. La conclusion de cette partie de son étude est : En résumé, l'inductance ralentit la croissance du courant, par suite de l'énergie électromagnétique emmagasinée, de sorte qu'elle retarde le développement de la différence de potentiel qui s'élèverait aux bornes d'une résistance ohmique associée en série; au contraire, le condensateur ralentit la croissance de la tension entre ses armatures, en raison de l'énergie électrostatique emmagasinée, de sorte qu'elle retarde le développement de la différence de potentiel qui s'élèverait aux bornes d'une résistance ohmique associée en dérivation. — La troisième partie traite de l'effet d'une résistance ohmique en série sur une onde rectangulaire; l'auteur y montre que les résistances ohmiques ne modifient pas la configuration des ondes, mais réduisent efficacement les quantités d'énergie mises en jeu.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MOTEURS.

Les moteurs synchrones et leurs caractéristiques au point de vue de leur application (1).

Le moteur synchrone a été considéré longtemps comme désavantageux pour la commande des machines, et même pour la correction du facteur de puissance, à cause de trois caractères considérés comme défectueux : 1° la difficulté de mise en marche; 2° la tendance au pompage; 3° la nécessité d'une excitation à courant continu.

La première objection était probablement la plus forte. Pendant de longues années, il fallut un moteur auxiliaire pour mettre en route le moteur synchrone, qu'on devait ensuite coupler au synchronisme avec le réseau. Mais dans ces dernières années, on a réussi à faire démarrer ces moteurs par leurs propres moyens. Il est même possible de les dimensionner de telle sorte que leurs caractéristiques de démarrage soient aussi satisfaisantes que celles des moteurs d'induction à cage d'écureuil. Il n'est cependant pas toujours recommandable de réaliser un tel démarrage, comme il sera dit plus loin.

L'emploi des enroulements en cage d'écureuil avec les rotors à pôles feuilletés, ou l'emploi des pôles pleins, ne donnent pas seulement une bonne caractéristique de démarrage, mais encore éliminent pratiquement la tendance au pompage. On n'a d'ailleurs plus guère à s'inquiéter de ce défaut avec les moteurs synchrones qu'on installe actuellement. Cette amélioration du fonctionnement est due en partie à l'emploi des turbines à eau et à vapeur pour la commande des alternateurs et à un meilleur établissement des lignes de transmission.

Pour ce qui concerne la troisième objection, la plupart des grandes stations ont des barres à courant continu, de sorte qu'il n'y a pas besoin d'un matériel supplémentaire pour exciter les moteurs synchrones. Là où il n'y a pas de source de courant continu, l'excitatrice est ordinairement accouplée au moteur synchrone et quand la vitesse de synchronisme est atteinte, sa tension est suffisante pour l'excitation du moteur.

L'auteur se propose d'indiquer les limites des applications des moteurs synchrones et les avantages qu'ils peuvent procurer dans certains cas.

Un des avantages du moteur synchrone est que sa vitesse reste fixe, quelles que soient la charge ou l'excitation, pourvu que la fréquence reste constante, jusqu'à ce que le point de décrochage soit atteint. Comme pour le moteur d'induction, mais à la différence du moteur à courant continu, le point de décrochage exprimé en couple dépend du dimensionnement du moteur, de la charge qui a été appliquée, et de la tension d'alimentation. A la différence du moteur d'induction, il n'y a pas de chute de vitesse jusqu'au point de décrochage, et la valeur de la charge nécessaire pour amener le décrochage peut être modifiée, non seulement par la valeur de la tension appliquée, mais aussi par l'intensité du courant d'excitation. La plupart des moteurs synchrones sont établis de façon à fournir un couple environ double du couple normal au point de décrochage, quand ils reçoivent l'excitation nécessaire pour le fonctionnement normal. Il est rare qu'on demande davantage.

Alors que le couple de démarrage du moteur synchrone peut être rendu égal à celui du moteur d'induction à cage d'écureuil, son couple en marche baisse rapidement quand on approche du synchronisme. Donc si le moteur doit faire démarrer certains genres d'appareils qui demandent un grand couple au voisinage de la vitesse de synchronisme, tels que les ventilateurs et les pompes centrifuges, ce caractère peut constituer une limite.

Si, pour les bobines excitatrices, l'isolement entre spires ou par rapport à la masse est en matière organique fibreuse, telle que le papier, le coton ou la toile, il faut observer avec soin l'élévation de température qui s'y produit, surtout si l'on a l'habitude de les surexciter (pour correction du facteur de puissance). Il est commode de noter la variation de tension nécessaire pour faire passer le courant voulu dans les bobines excitatrices et d'en déduire l'élévation de température. Si l'enroulement d'excitation est isolé par une matière incombustible (mica ou amiante), il n'y a pas à se préoccuper de son échauffement, sauf au point de vue de la température du stator, qui peut en subir l'influence. Dans les moteurs synchrones de faible puissance, l'élévation de la température du stator constitue ordinairement une limite très sérieuse, si bien que, jusqu'à une puissance de 75 ch environ, le moteur asynchrone est plus petit et moins cher. De plus, l'excitation à courant continu est une complication pour les petits moteurs. Le champ d'application des petits moteurs synchrones est donc limité.

L'auteur rappelle qu'il a publié, dans un mémoire antérieur, des courbes relatives à la mise en marche des moteurs synchrones. Une de ces courbes se rapporte à l'accélération d'un moteur synchrone muni d'un enroulement en cage d'écureuil et ayant ses inducteurs court-circuités; une autre à un moteur muni d'un enroulement en cage d'écureuil et ayant ses inducteurs ouverts; une autre à un moteur sans enroulement en cage d'écureuil et ayant ses inducteurs ouverts. Ces courbes montrent l'effet marqué de la cage d'écureuil au point de vue de la production du couple. D'autres courbes se rapportent au démarrage d'un moteur à pôles pleins sans cage d'écureuil et ayant ses inducteurs ouverts. Toutes ces

(1) C.-J. Fechheimer. Discussion de la communication de Rushmore, *Des facteurs à considérer dans l'emploi des moteurs électriques*, analysée dans *La Revue électrique* du 21 mai 1915 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXXIV, novembre 1915, p. 2784-2790).

courbes montrent que le couple baisse brusquement juste avant que le synchronisme soit atteint. Pour augmenter le couple près du synchronisme, on peut faire passer dans les inducteurs un faible courant continu; un courant d'une certaine valeur produira un couple maximum à une vitesse définie, et, pour obtenir ce couple maximum, il faut accroître le courant continu quand la vitesse croît. Au-dessous d'une certaine vitesse, un courant continu diminue le couple au lieu de l'augmenter. Si la charge n'est pas excessive, un moteur synchrone se met en phase sans aucune excitation et marche alors en moteur synchrone recevant du stator une excitation par courant alternatif.

Quand les inducteurs sont court-circuités, il peut arriver que le moteur synchrone refuse d'accélérer au delà de la demi-vitesse. Il faut alors ouvrir le circuit des inducteurs.

Voici sur ce sujet quelques extraits de l'article de 1912 auquel l'auteur fait allusion.

La figure 1 représente les courbes caractéristiques

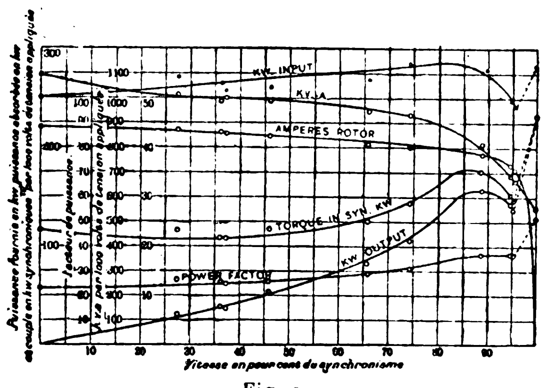


Fig. 1.

d'accélération d'un moteur synchrone dont le rotor (inducteurs) est court circuité et qui est pourvu d'un enroulement amortisseur. La figure 2 représente les

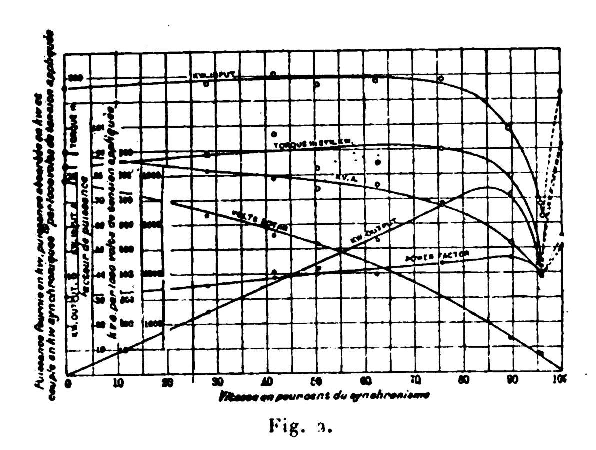


Fig. 2.

caractéristiques d'accélération avec enroulement amortisseur et inducteurs ouverts. Ces courbes montrent une grande baisse du couple juste avant que la vitesse de synchronisme soit atteinte. Cette baisse peut s'expliquer de la manière suivante. Dans un moteur synchrone, à une vitesse quelconque, la fréquence des courants rotoriques est égale à la fréquence statorique moins la fréquence de rotation. A mesure que le moteur accélère, la fréquence dans le rotor diminue et la force électromotrice induite dans les conducteurs du rotor décroît avec diminution correspondante de la réactance du rotor. Jusqu'à environ 80 pour 100 du synchronisme, les courants rotoriques ne sont pas très affectés par le changement de fréquence, parce que la réactance diminue en même temps que la force électromotrice induite. Mais quand on s'approche du synchronisme, l'influence de la diminution de la fréquence dans le rotor se fait de plus en plus sentir : la puissance apparente en volts-ampères fournie au moteur baisse notablement et les courants rotoriques sont trop faibles pour donner un couple énergique. (*Voir* la courbe des ampères rotoriques, *fig.* 1.)

Quand on n'est plus qu'à quelques pour 100 du synchronisme, les courants statoriques produisent des forces magnétomotrices qui, combinées avec l'effet d'hystérésis dans le rotor lui-même, tendent à empêcher la polarité de s'inverser et mettent le rotor au synchronisme. Le moteur fonctionne alors en moteur synchrone, quoiqu'il n'y ait pas d'excitation dans les circuits du rotor. Ce sont les courants statoriques qui donnent alors la force magnétomotrice nécessaire; le flux engendré par elle tourne à la vitesse synchrone. Les pôles étant nettement séparés dans la machine, leur polarité reste fixe et le moteur continue à marcher en synchronisme avec le courant d'alimentation et peut porter une certaine charge dans ces conditions. L'effet qu'on obtient alors en excitant les inducteurs avec du courant continu consiste en une délimitation plus nette des pôles, empêchant la polarité de s'inverser et aidant à mettre le rotor au synchronisme. Quant à la cause de la baisse du facteur de puissance près du synchronisme, elle est due probablement à l'augmentation en ce point du courant magnétisant, qui devient alors une forte fraction du courant total.

Commande des ventilateurs et pompes centrifuges. — Dans la mise en marche d'un ventilateur, la puissance exigée croît à peu près comme le cube de la vitesse et le couple comme le carré de la vitesse. Il suffit, pour faire démarrer un ventilateur, d'un couple très faible, juste suffisant pour surmonter les frottements des paliers. Mais quand la vitesse approche du synchronisme, il faut une grande puissance.

Dans le cas d'une pompe centrifuge, il est généralement reconnu qu'il est dangereux de la mettre en marche si elle n'est pas pleine d'eau, car sinon, avec les faibles jeux qui sont nécessaires pour obtenir de hauts rendements, la pompe chaufferait à tel point que la partie mobile et la partie fixe viendraient en contact et se détruiraient mutuellement. Quant au couple nécessaire pour faire tourner la partie mobile à la vitesse de synchronisme, la pompe étant pleine d'eau et la soupape de refoulement fermée, il peut varier de 35 pour 100 à 100 pour 100 du couple nécessaire pour la marche normale de la pompe. (Le travail, dans ce cas, se transforme en échauffement de l'eau, ce qui n'est pas nuisible pour une courte période.)

En général, on ne peut pas demander à un moteur synchrone un couple puissant près du synchronisme, quoique, comme on l'a dit, ce couple puisse être beaucoup augmenté en fournissant du courant continu au rotor. Même en ce cas, le moteur ne se mettra au synchronisme qu'en tirant un fort courant de la ligne et pourra s'échauffer exagérément s'il actionne un ventilateur ou une pompe centrifuge.

Caractères de fonctionnement. — La pratique usuelle consiste aujourd'hui à faire démarrer les moteurs synchrones en appliquant à leur stator une tension plus faible que la normale. Cela se fait d'ordinaire au moyen d'autotransformateurs. Quand l'installation comporte des transformateurs abaisseurs, on peut adopter des prises de courant à leurs enroulements secondaires. Dans quelques applications, même pour des moteurs jusqu'à 500 ch, quand ils sont à faible vitesse, on peut faire démarrer le moteur directement sous la tension normale, mais il faut se conformer sur ce point à l'avis du constructeur. Il est rarement nécessaire d'avoir plus d'une tension de démarrage; on passe de la tension de démarrage à la tension normale, sans intermédiaire. Parfois cependant le constructeur recommande des tensions intermédiaires, ainsi qu'une impédance de protection. Pendant la période de démarrage, la tension induite dans l'enroulement d'excitation est souvent très élevée. Pour parer à ce danger, il est recommandable de court-circuiter les inducteurs, dans certaines installations, tandis que dans d'autres, on peut les laisser ouverts. Il faut suivre sur ce point les indications du constructeur.

Comme il a été dit, le moteur synchrone n'est pas indiqué pour les petites puissances. Son domaine embrasse :

1° La commande des machines qui ne demandent pas de réglage de vitesse;

2° La commande des machines où la constance de la vitesse est importante (étant admis que la fréquence est presque constante);

3° La commande des machines à faible vitesse, auxquelles ne conviennent pas les moteurs asynchrones, en raison de leurs grandes dimensions et de leur facteur de puissance trop bas;

4° La compensation des courants déwattés empruntés par d'autres machines au réseau. Quand on l'emploie ainsi, on peut lui faire fournir ou non de la puissance mécanique.

On tire de là une nouvelle classification, indiquant plus spécialement les genres de machines ou de transmissions auxquelles le moteur synchrone s'adapte bien :

1° On peut employer le moteur synchrone pour actionner une transmission quand le couple de démarrage nécessaire ne dépasse pas environ 50 pour 100 du couple normal du moteur.

2° On peut employer le moteur synchrone pour actionner des génératrices à courant continu dans les groupes moteur-génératrice, surtout pour les grandes puissances.

3° On peut employer le moteur synchrone accouplé à une autre machine synchrone, l'ensemble formant un transformateur de fréquence.

4° Le moteur synchrone convient particulièrement à la commande des compresseurs à air à faible vitesse, ceux-ci ne demandant en général que 15 à 20 pour 100 du couple normal pour démarrer; de plus, un moteur asynchrone pour une vitesse aussi faible aurait un très mauvais facteur de puissance.

5° On peut faire marcher le moteur synchrone à vide uniquement pour l'amélioration du facteur de puissance; on l'appelle alors généralement *condensateur synchrone.*

Dans l'une quelconque des applications 1°, 2°, 3°, 4°, on peut employer le moteur à l'amélioration du facteur de puissance. Si le moteur fonctionne avec courant décalé en avant, il doit avoir été établi pour supporter l'accroissement de courant correspondant dans les enroulements d'excitation ainsi que dans les enroulements du stator. Si le moteur n'est employé que comme condensateur synchrone, on trouve souvent avantage à le faire marcher sous-excité, absorbant du courant déwatté, aux heures de faible charge, pour compenser le courant de capacité dû à la ligne de transmission. Au moyen de régulateurs automatiques de tension, l'excitation du condensateur synchrone peut être réglée selon la charge de façon à maintenir une tension constante au bout récepteur de la ligne, ou à faire varier la tension en fonction de la charge suivant la courbe qui paraît convenable.

P. L.

Bourroirs électriques pour la construction des voies ferrées (*Engineering News*, 16 mars 1916; *Génie civil*, 29 avril 1916, p. 285). — Des essais ont été entrepris récemment en Amérique et en Allemagne, en vue de l'emploi, pour le bourrage des traverses de chemins de fer et de tramways, d'appareils électriques dérivés des perforatrices électriques à percussion. Ils semblent avoir donné des résultats intéressants. — La machine essayée en Allemagne pèse 24 kg et son moteur électrique fixe, que l'on dispose en un endroit quelconque, le long de la voie, développe une puissance de $\frac{3}{4}$ de cheval. L'appareil employé en Amérique sur les lignes du New York Central Railroad est une ancienne perforatrice de la Chicago Electric Tool Co, transformée : elle pèse environ 41 kg et consomme 3,5 ampères sous 500 volts en donnant 1000 à 1200 coups par minute. Elle est alimentée par un groupe électrogène de 2 kw monté sur une voiture à bras et actionné par un moteur à essence. — Les résultats obtenus avec ces machines sont, paraît-il, très supérieurs à ceux que donne le bourrage à main. En Allemagne, en comptant pour les intérêts et l'amortissement du matériel 45 pour 100 pour le bourroir et 25 pour 100 pour le moteur, on trouve que, pour une équipe bourrant 150 m de voie ferrée par jour, la dépense est d'environ 37,5 centimes par mètre courant, chiffre inférieur de 40 pour 100 aux dépenses de bourrage de la même longueur de voie par jour, par une équipe de cantonniers ordinaires. Sur une section de voie de 1600 m de longueur, de la ligne de Berlin à Hambourg, une équipe de six hommes, dont quatre pourvus d'un bourroir électrique, a pu exécuter le bourrage des traverses en 23 jours, ce qui donne une moyenne de près de 70 m de voie par jour. Aux Etats-Unis, les résultats ont été identiques et les économies réalisées par rapport au travail à la main ont été dans la proportion de 9,4 cents à 4,9 cents par traverse bourrée.

MESURES ET ESSAIS.

ESSAIS DES MOTEURS.

Note sur l'essai en opposition des moteurs asynchrones.

Nombreuses sont les méthodes qu'on donne dans tous les cours d'essais de machines pour essayer en opposition les machines à courant continu. Cependant, aucune à notre connaissance n'a été indiquée jusqu'ici pour les moteurs asynchrones. On peut toutefois, dans l'industrie, en utilisant certains artifices, essayer des moteurs asynchrones de telle façon qu'on ne dépense pendant l'essai que l'énergie nécessaire aux pertes des machines en route tout en permettant de faire les lectures qui donnent toutes les caractéristiques du moteur qui se trouve d'ailleurs dans ses conditions normales de fonctionnement.

Toute méthode qui remplira ces desiderata sera une méthode d'opposition ou de récupération.

On peut ainsi employer les procédés suivants :

1° Méthode pour essayer un seul moteur. — Le moteur sera accouplé à une dynamo à courant continu shunt et au lieu de faire débiter cette dynamo sur des résistances on la fera débiter sur un réseau à courant continu. Ainsi la puissance alternative entrant dans le moteur sera (les pertes des deux machines en moins) rendue au réseau à courant continu.

Pour cela on pourra soit coupler la dynamo en parallèle sur le réseau une fois démarrée, soit la monter en excitation indépendante, la démarrer en moteur dans le même sens que celui que lui imprimait précédemment le moteur asynchrone, obtenir également la même vitesse que précédemment et remettre le courant sur le moteur asynchrone.

Le système étant couplé du côté alternatif et du côté continu, il suffira alors d'augmenter l'excitation de la dynamo pour la faire débiter sur son réseau.

Bien entendu il faudra que les poulies des deux machines ainsi que la tension du réseau continu soient telles que ce couplage puisse s'effectuer.

Il faut pour avoir une bonne stabilité de marche dans cette méthode que les réseaux continu et alternatif soient électriquement reliés (commutatrice, groupe convertisseur).

Si les deux réseaux sont entièrement indépendants mais suffisamment constants, on peut quand même obtenir la stabilité.

2° Méthode d'opposition proprement dite pour deux moteurs de même puissance, fréquence et tension. — Il n'est pas indispensable que le nombre de pôles soit le même; nous supposerons cependant qu'il est le même pour l'exposé de la méthode.

On accouplera les deux moteurs par courroie, l'une des deux machines sera moteur, l'autre tournera au-dessus du synchronisme et sera par conséquent générateur asynchrone (*fig.* 1).

Le rapport du diamètre de la poulie du moteur à celui de la poulie du générateur sera égal à l'unité plus deux fois le glissement du moteur plus le glissement de la courroie.

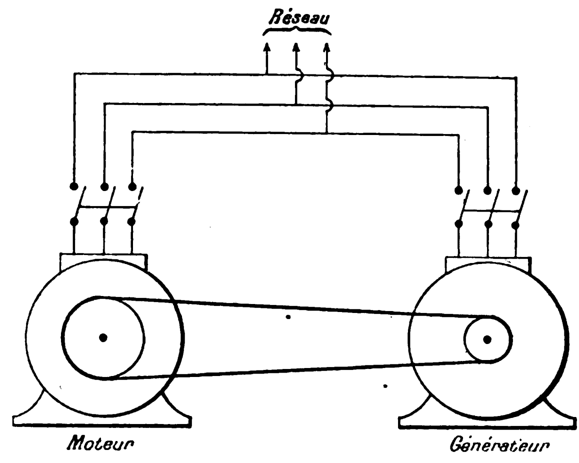


Fig. 1.

Ainsi dans un essai effectué sur deux moteurs triphasés de 40 ch, 190 volts, 50 p : sec, 6 pôles, on avait :

Poulie du moteur 300 mm de diamètre; vitesse présumée en charge du moteur 960 t : m. soit un glissement de 4 pour 100; glissement supposé de la courroie 3 pour 100; diamètre de la poulie du générateur

$$\frac{300}{1+0,04+0,04+0,03} = 270 \text{ mm}.$$

On démarre d'abord le moteur, on note le sens de rotation du système et l'on coupe le courant du moteur. Puis on démarre le générateur et on le connecte pour avoir le même sens que précédemment, enfin on remet le courant sur le moteur. Le système se met brusquement en charge.

L'inconvénient est qu'on ne possède absolument aucun moyen de réglage autre que le remplacement d'une des poulies par une autre de diamètre plus convenable.

Dans l'essai précédent on constate au wattmètre que le moteur absorbait environ 47 kw; il était donc surchargé de 15 pour 100 environ; la poulie du générateur était un peu trop petite.

Cependant l'essai se poursuivit dans d'excellentes conditions.

Un autre inconvénient de la méthode provient de ce que, pour essayer les deux machines comme *moteurs*, il faut intervertir les poulies.

Néanmoins cette méthode peut rendre des services dans beaucoup de cas particuliers.

3° Méthode générale de récupération. — Les deux moteurs à essayer qui doivent être de même puis-

sance mais qui peuvent différer comme fréquence, nombre de pôles et tension, sont accouplés autant que possible directement arbre à arbre.

L'un d'eux, qui sera *moteur* au cours de l'essai, sera alimenté par un réseau de fréquence et tension convenables.

L'autre, qui sera *générateur* au cours de l'essai, sera connecté à un alternateur fournissant la fréquence et la tension convenable et ayant une puissance au moins égale à celle d'un des moteurs.

Cet alternateur ne servira bien entendu qu'à l'essai en question; il devra être accouplé à un moteur à courant continu excité séparément de préférence.

Pour mettre l'essai en route on démarre d'abord le moteur M_1 (*fig.* 2) sur son réseau et l'on note le sens de

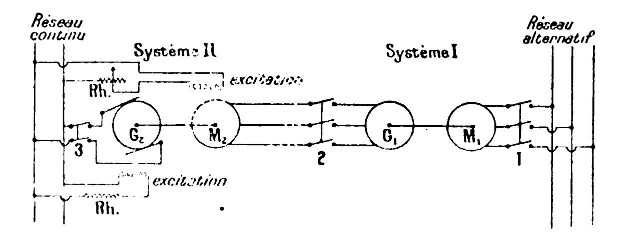


Fig. 2.

rotation du système n° 1, puis on coupe l'interrupteur 1.

On démarre ensuite G_2 en moteur et l'on met l'alternateur M_2 aux vitesse et tension convenables correspondant aux caractéristiques du moteur G_1.

On démarre ensuite G_1 en moteur en fermant l'interrupteur 2 et en connectant de façon à avoir le même sens de rotation que précédemment.

Ce résultat obtenu, on ferme l'interrupteur 1, le système se trouve ainsi couplé des deux côtés et pour l'instant aucun échange de courant ne se produit; le système tourne simplement comme deux moteurs à vide.

On peut à ce moment mettre le système en charge de plusieurs façons différentes.

Si le réseau alternatif qui alimente le moteur M_1 est lié électriquement au réseau à courant continu (par exemple par l'intermédiaire d'une commutatrice ou d'un groupe convertisseur), on peut faire réellement de la récupération et ne dépenser dans l'essai que les pertes des quatre machines M_1, G_1, M_2, G_2.

Pour cela on augmentera simplement l'excitation de G_2 qui deviendra dynamo et débitera sur son réseau à courant continu. La transformation d'énergie est alors la suivante :

Le moteur M_1 prend l'énergie électrique alternative à son réseau, actionne le générateur asynchrone G_1 qui alimente le moteur synchrone M_2 qui actionne la dynamo G_2 qui débite du courant continu sur son réseau.

On s'explique facilement pourquoi G_1 devient générateur asynchrone : en effet, lorsque nous augmentons l'excitation de G_2 sa vitesse baisse ainsi que celle de M_2; la fréquence du courant que fournit celui-ci devient plus petite qu'à vide; G_1 dont la vitesse est restée à peu près constante tourne au-dessus du synchronisme et devient par conséquent générateur.

Mais étant conduit par un moteur asynchrone, la vitesse de celui-ci baisse aussitôt de sorte que la pleine charge sera obtenue d'une part lorsque la vitesse de G_2 sera celle à vide moins deux fois le glissement d'un moteur asynchrone et d'autre part lorsque la force électromotrice de G_2 aura dépassé la tension du réseau continu d'une quantité e telle que $\frac{e}{R}U$ (R étant la résistance de l'induit de G_2 et U la tension du réseau) soit égal à la puissance fournie par G_1 (pleine charge) moins les pertes dans G_2 et M_2.

Ces deux conditions sont naturellement solidaires l'une de l'autre et leur réalisation simultanée est automatique : il suffit que le rhéostat d'excitation de G_2 soit assez divisé pour qu'on puisse trouver le point correspondant exactement à la charge voulue. Dans un essai effectué on avait les données suivantes :

Deux moteurs asynchrones de 80 ch. 600 t : min à vide. 50 p : sec, 10 pôles, 190 volts.

L'alternateur M_2 comportait 12 pôles.

Le système étant mis en charge comme indiqué plus haut, on a relevé les battements (fréquence du courant dans les rotors) au moteur et au générateur, on a trouvé :

Battements dans 12 secondes	$\left(\frac{60}{P}\right)$
Moteur	13,5
Générateur	11,5
Somme des battements	25

Vitesse relevée à vide (au synchronisme) de l'alternateur M_2. 505 t : min; total des battements réduits à 12 pôles,

$$25 \times \frac{10}{12} = 21.$$

Vitesse que devrait avoir l'alternateur M_2 pour la pleine charge des moteurs,

$$505 - 21 = 484 \text{ t : m.}$$

Vitesse réelle mesurée .... 486 t : m

Glissement global du système.. $\frac{505 - 486}{505} = 3,8$ pour 100

Glissement du moteur........ $\frac{3,8}{2} \times \frac{13,5}{11,5} = 2,23$ pour 100

Le moteur glisse naturellement un peu plus que le générateur. La marche de l'essai est parfaitement stable et donne entière satisfaction : le moteur M_1 est essayé dans les conditions normales.

On peut ensuite inverser les rôles et transformer M_1 en générateur et G_1 en moteur; il suffira pour cela de diminuer l'excitation de G_2; la marche sera inverse de la précédente : G_2 moteur à courant continu; M_2 alternateur; G_1 moteur asynchrone; M_1 générateur asynchrone.

Pour que M_1 devienne générateur, la fréquence de son réseau ne changeant pas, il faudra que sa vitesse dépasse celle qu'il avait à vide; le moteur G_1 glissant également, la pleine charge sera obtenue lorsque l'alternateur M_2 tournera à une vitesse égale à celle qu'il avait à vide, plus deux fois le glissement d'un des moteurs.

Ainsi dans l'essai précédent M_2 tournait dans ces conditions à 527 t : min.



Le moteur G_1 sera donc alimenté à une fréquence un peu supérieure à sa fréquence normale; il faudra également augmenter la tension à ses bornes dans les mêmes proportions pour conserver la même induction.

Les conditions d'essai seront un peu différentes de celles du cas précédent.

Dans l'essai précédent on avait placé des wattmètres aux deux moteurs, on releva les valeurs suivantes :

Moteur : 198 volts; 240 ampères; 72 000 watts.

Générateur : 192 volts; 200 ampères; 60 000 watts.

Les pertes totales du système 1 étaient

$$72\,000 - 60\,000 = 12\,000 \text{ watts.}$$

Si l'on répartit les pertes proportionnellement au glissement on a :

Pertes dans le moteur........ $6000 \dfrac{13,5}{11,5} = 7000$ watts

Pertes dans le générateur..... 5000 watts

Rendement du moteur....... $\dfrac{72\,000 - 7000}{72\,000} = 90$ pour 100

Si, pendant l'essai, on diminue l'excitation de l'alternateur M_2, la tension aux bornes de G_1 baisse tandis que le courant débité reste constant.

En même temps la tension aux bornes de M_1 reste constante tandis que son courant absorbé baisse.

Ainsi nous avions :

Générateur.		Moteur.	
190 volts	158 ampères	195 volts	200 ampères
140 »	155 »	195 »	160 »
100 »	152 »	195 »	125 »
72 »	150 »	195 »	90 »

en même temps la vitesse de l'alternateur M_2 diminue, ce qui prouve que G_2 fournit moins de puissance à son réseau (son excitation restant constante).

Si les réseaux alternatif et continu n'ont aucune liaison électrique entre eux, il sera difficile d'obtenir de la stabilité pendant la marche de l'essai : en effet, supposant que pour une cause quelconque la fréquence du réseau alternatif augmente et qu'en même temps la tension du réseau continu baisse, la vitesse du moteur augmentera, la puissance fournie par le générateur; G_2 augmentera aussi; ces deux causes s'ajoutant pourraient amener une charge dangereuse pour le système 1 et même son décrochage.

Si au contraire les réseaux sont reliés, à une augmentation de fréquence correspondra une augmentation de tension continue (si ce n'est proportionnellement, ce sera en tout cas dans une certaine mesure) et la charge du système pourra rester constante.

Si donc on n'arrive pas à obtenir de la stabilité dans la marche en récupération, on peut charger simplement le système et cela de deux façons différentes :

1° Une fois le système mis en route à vide comme précédemment, on coupera le moteur G_2 de son réseau et l'on mettra son induit sur résistances; il n'y aura pas besoin d'agir sur son excitation.

On peut faire quelques remarques intéressantes sur le fonctionnement du système dans ce cas.

Lorsqu'on couple l'ensemble du côté continu et du côté alternatif et puis lorsqu'on coupe le moteur G_2 de son réseau continu, ce qui se passe est assez curieux : c'est l'alternateur M_2 qui fournit la tension au générateur G_1 et c'est celui-ci qui fournit le courant et la puissance à l'alternateur et qui l'actionne comme véritable moteur synchrone; remarquons que c'est là un moyen de faire marcher un moteur synchrone sans l'accrocher et que ce moteur tout en étant véritablement un moteur synchrone aura une chute de vitesse avec la charge.

Si l'on charge G_2 sur résistances ou sur un frein, sa vitesse tendra à baisser ainsi que celle de M_2; la différence des vitesses entre M_2 et la fréquence fournie par G_2 augmentera et par suite la charge du générateur G_2.

On peut couper l'excitation du moteur synchrone, il cessera de fournir de la tension au générateur G_1, donc de recevoir du courant de celui-ci et s'arrêtera tout simplement.

Si on le laisse seulement ralentir, il reprendra sa vitesse de synchronisme dès qu'on remettra l'excitation à condition que sa vitesse à ce moment ne soit pas inférieure à celle qui correspond à peu près à un glissement du générateur asynchrone dépassant un peu celui pour lequel ce générateur fonctionnant en moteur se décrocherait, c'est-à-dire le glissement correspondant au couple maximum.

Ainsi un essai effectué avec un moteur synchrone à 4 pôles (1500 t : min à 50 p : sec) alimenté comme précédemment par un générateur asynchrone, a montré que le moteur reprenait sa vitesse de synchronisme lorsqu'on remettait l'excitation autant qu'on ne le laissait pas ralentir au-dessous de 1250 t : m.

Cette vitesse correspond à un glissement de $\dfrac{1500-1250}{1500}$, soit 16 pour 100, glissement un peu supérieur à celui pour lequel le moteur asynchrone alimentant le moteur synchrone possède son couple maximum (maximum du couple sur le diagramme Blondel).

2° Une fois le système couplé du côté alternatif et du côté continu, on coupe le moteur G_2 de son réseau et l'on met des résistances aux bornes de l'alternateur M_2.

Il se passe alors le phénomène suivant : il est évident que le générateur asynchrone ne peut fournir de l'énergie qu'autant que cette énergie est absorbée à une fréquence inférieure à celle qui correspond à sa vitesse de rotation; si donc nous mettons des résistances aux bornes de M_2 (ce qui revient à les mettre aux bornes de G_1) comme M_2 tourne à vide à une vitesse sensiblement synchrone, ce ne sera pas G_1 mais M_2 qui alimentera ces résistances; or M_2 n'étant conduit par aucun moteur, sa vitesse baissera immédiatement; aussitôt G_1 fournira de l'énergie : mais comme cette énergie ne peut pas être absorbée par M_2, qui tourne à vide, elle le sera par les résistances; en résumé G_1 deviendra un véritable alternateur débitant sur résistances.

Le système constitue une véritable distribution d'énergie par générateur asynchrone, dans laquelle l'alternateur qui donne la fréquence (le chef d'orchestre) n'est conduit par aucun moteur.

Remarquons que dans ce cas M_2 fournit simplement le courant à vide de G_1 et sa puissance peut être très petite.



L'essai dans ces conditions devient particulièrement intéressant.

M. Lapiné,
Ingénieur E. S. E.

GALVANOMÈTRES.

Emploi du galvanomètre balistique à cadre pour la mesure de décharges qui suivent une loi de décroissance exponentielle [1].

Dans les applications du galvanomètre balistique, on admet communément que la durée de la décharge doit être négligeable comparativement à la période de l'équipage mobile. Cette hypothèse n'est cependant pas nécessaire et il est toujours possible de trouver un facteur de correction pour tenir compte des effets d'une décharge prolongée, quand on connaît la loi suivant laquelle a lieu cette décharge. L'auteur a précisément calculé le facteur de correction qui convient au cas d'une décharge à décroissance exponentielle; c'est le seul cas qui présente un intérêt immédiat et on le résout de la manière suivante. Soient :

I, le courant qui traverse la bobine mobile;
θ, la déviation angulaire de la bobine;
t, le temps;
K, le moment d'inertie de la bobine mobile;
B, le coefficient d'amortissement de la bobine en circuit ouvert;
B_1, le coefficient d'amortissement de la bobine en circuit fermé;
D, le couple retardateur dû à la suspension par unité d'angle;
G, le couple accélérateur par unité de courant traversant la bobine;
E, la force électromotrice agissant dans le circuit de la bobine;
r, la résistance du circuit renfermant la bobine;
L, la self-induction du circuit renfermant la bobine;
Q, la quantité d'électricité déchargée à travers la bobine;
E_0, la valeur initiale de E;
p, l'inverse de la constante de temps pour la décharge à travers la bobine;
c_1, c_2, c_3, β_1, β_2, γ, ω, p_1, des constantes définies plus loin;
θ_0, la valeur maximum de θ;
τ, la valeur de t correspondant à θ_0;
T, la période du galvanomètre pour une décharge instantanée;
λ, le décrément logarithmique pour une décharge instantanée;
Φ, le facteur de correction qui donne le rapport de la déviation pour une décharge instantanée à la déviation pour une décharge prolongée de la même quantité d'électricité;
$(')$ définit les quantités relatives à une décharge brusque en circuit fermé, par exemple à travers le secondaire d'une bobine d'induction;
$('')$ définit les quantités relatives à une décharge brusque en circuit ouvert, par exemple la décharge d'un condensateur.

L'équation classique du mouvement du cadre d'un galvanomètre traversé par un courant I et centré dans un champ radial, c'est-à-dire un champ dans lequel le couple dû au courant est indépendant de la position de la bobine, est la suivante

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2}+B\frac{d\theta}{dt}+D\theta=GI. \tag{1}$$

Les lettres ont les valeurs indiquées ci-dessus. Il faut seulement remarquer qu'ici le couple amortisseur dû au courant inverse induit dans la bobine par son déplacement est contenu dans l'expression GI, car le courant actuel I est moindre que le courant qui traverserait le galvanomètre si la bobine était par exemple maintenue fixe. Autrement dit, l'effet amortisseur de l'induction dans le cadre se traduit par un courant diminué I. En négligeant les effets de capacité, les forces électromotrices dans le circuit qui comprend la bobine donnent la relation

$$E-L\frac{dI}{dt}-rI-G\frac{d\theta}{dt}=0. \tag{2}$$

En combinant (1) et (2), on arrive à cette autre expression

$$\frac{d^2\theta}{dt^2}+\left(\frac{B}{K}+\frac{G^2}{Kr}\right)\frac{d\theta}{dt}+\frac{D}{r}\theta=\frac{G}{Kr}\left(E-L\frac{dI}{dt}\right). \tag{3}$$

Or il n'y a pas de force contre-électromotrice autre que celle représentée par le terme rI de l'équation qui puisse affecter la quantité totale d'électricité déchargée à travers le galvanomètre; on a donc

$$Q=\int_0^\infty I\,dt=\int_0^\infty\frac{E}{r}dt-\frac{L}{r}\int_0^\infty\frac{dI}{dt}dt-\frac{G}{r}\int_0^\infty\frac{d\theta}{dt}dt=\int_0^\infty\frac{E}{r}dt; \tag{4}$$

on obtient donc ce résultat que la décharge totale ne dépend que de la force électromotrice et de la résistance du circuit. La différentielle de (1) par rapport au temps fournit pour $\frac{dI}{dt}$ une valeur qu'on substitue dans (3); on a

$$\frac{d^3\theta}{dt^3}+\frac{LB+Kr}{LK}\frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{LD+G^2+Br}{LK}\frac{d\theta}{dt}+\frac{Dr}{LK}\theta=\frac{G}{LK}E. \tag{5}$$

Nous admettrons qu'une décharge suit une loi de décroissance exponentielle quand le circuit comprend une force électromotrice de la forme

$$E=E_0e^{-pt}, \tag{6}$$

et nous nous proposons de déterminer le facteur de correction par lequel il faut multiplier les déviations observées

[1] A.-G. Worthing, *Physical Review*, 2e série, t. VI, septembre 1915, p. 165-179.

pour une décharge prolongée pour avoir les impulsions correspondant à une décharge instantanée. Nous supposerons que $\frac{1}{p}$ est de l'ordre de grandeur de la période propre du galvanomètre et que la self-inductance du circuit est négligeable [1].

Alors on tire des équations (3) ou (5),

$$(7) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(\frac{B}{K} + \frac{G^2}{Kr}\right)\frac{d\theta}{dt} + \frac{D}{K}\theta = \frac{GE_0}{Kr}e^{-pt}$$

ou encore, en remplaçant $\frac{E_0}{r}$ par Qp d'après (4) et groupant les coefficients de $\frac{d\theta}{dt}$,

$$(8) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{B_1}{K}\frac{d\theta}{dt} + \frac{D}{K}\theta = \frac{GQp}{K}e^{-pt}.$$

En comparant (1) et (8) on remarquera que, si l'effet de la self-induction est négligeable, l'allure de la bobine dans un circuit fermé contenant une force électromotrice de la forme $E = E_0 e^{-pt}$ est exactement la même que si elle possédait un nouveau coefficient d'amortissement B_1 au lieu de B et que si elle était traversée par un courant obéissant rigoureusement à la loi de décroissance exponentielle.

La solution complète de l'équation (8) est de la forme

$$(9) \qquad \theta = c_1 e^{-\beta_1 t} + c_2 e^{-\beta_2 t} + c_3 e^{-pt},$$

où

$$(10) \qquad \beta_1 = \frac{1}{2K}\left(B_1 + \sqrt{B_1^2 - 4KD}\right),$$

$$(11) \qquad \beta_2 = \frac{1}{2K}\left(B_1 - \sqrt{B_1^2 - 4KD}\right),$$

$$(12) \qquad c_3 = \frac{GQp}{K(p-\beta_1)(p-\beta_2)}.$$

Si l'on tient compte des conditions initiales, c'est-à-dire

$$(13) \qquad [\theta = 0]_{t=0}, \qquad \left[\frac{d\theta}{dt} = 0\right]_{t=0},$$

on a

$$(14) \qquad \frac{\theta}{c_3} = \frac{p-\beta_2}{\beta_2-\beta_1}e^{-\beta_1 t} + \frac{p-\beta_1}{\beta_1-\beta_2}e^{-\beta_2 t} + e^{-pt}.$$

La différentielle de (14) donne

$$(15) \qquad \frac{1}{pc_3}\frac{d\theta}{dt} = \frac{p-\beta_2}{\beta_1-\beta_2}\frac{\beta_1}{p}e^{-\beta_1 t} + \frac{p-\beta_1}{\beta_2-\beta_1}\frac{\beta_2}{p}e^{-\beta_2 t} - e^{-pt}.$$

Pour avoir la déviation maximum θ_0 au temps $t = \tau$, on fait

$$(16) \qquad \frac{d\theta}{dt} = 0$$

dans (14) et (15) et il vient, en remplaçant c_3 par sa valeur (12),

$$(17) \qquad \theta_0 = \frac{GQ}{K(\beta_2-\beta_1)}(e^{-\beta_1\tau} - e^{-\beta_2\tau}).$$

Comme dans l'étude du mouvement amorti d'une bobine qui se déplace sous l'action d'une décharge instantanée, nous distinguerons trois cas selon que $B_1^2 - 4KD$ est plus petit, égal ou plus grand que zéro.

I. $B_1^2 - 4KD < 0$. — Dans ce cas les valeurs de β_1 et β_2 sont indépendantes des caractéristiques de la décharge et nous retombons sur le cas ordinaire de la décharge instantanée; on trouve un mouvement amorti. Pour introduire les caractéristiques propres de ce dernier mouvement nous écrirons β_1 et β_2 sous la forme habituelle, à savoir

$$(18) \qquad \beta_1 = \frac{2}{T}\left[\lambda + \pi\sqrt{-1}\right].$$

$$(19) \qquad \beta_2 = \frac{2}{T}\left[\lambda - \pi\sqrt{-1}\right].$$

T et λ représentent la période et le décrément logarithmique correspondant au mouvement dans le cas ordinaire. En substituant ces valeurs dans (17), il vient

$$(20) \qquad \theta_0 = \frac{GQT}{2\pi K}e^{-2\lambda\frac{\tau}{T}}\sin 2\pi\frac{t}{T}.$$

La valeur de τ se détermine par application de la condition (16) à l'équation (15). Après élimination de β_1 et β_2, on a

$$(21) \qquad e^{-\left[p-\frac{2\lambda}{T}\right]\tau} = \cos\frac{2\pi}{T}\tau + \frac{2\lambda^2 - \lambda pT + 2\pi^2}{\pi pT}\sin\frac{2\pi}{T}\tau.$$

Les équations (20) et (21) nous serviront à exprimer l'élongation θ_0 du galvanomètre en fonction de la charge Q, de la constante p caractéristique de la décharge et de la constante du galvanomètre correspondant à une décharge brusque. On passerait à ce dernier cas en faisant p égal à l'infini dans les expressions (20) et (21) et l'on aurait, en conservant les mêmes lettres primées,

$$(22) \qquad \theta'_0 = \frac{GQ'T}{2\pi K}e^{-2\lambda\frac{\tau}{T}}\sin\frac{2\pi}{T}\tau',$$

$$(23) \qquad \tau' = \frac{T}{2\pi}\operatorname{arc\,tang}\frac{\pi}{\lambda}.$$

Le facteur de correction Φ', c'est-à-dire le coefficient par lequel il faut multiplier l'élongation de la bobine correspondant à une décharge prolongée pour avoir l'élongation correspondant à une décharge instantanée dans le même circuit, est évidemment

$$(24) \qquad \Phi' = \left(\frac{\theta'_0}{\theta_0}\right)_{Q'=Q} = \frac{e^{-2\lambda\frac{\tau'}{T}}\sin 2\pi\frac{\tau'}{T}}{e^{-2\lambda\frac{\tau}{T}}\sin 2\pi\frac{\tau}{T}},$$

(1) Le courant de décharge, qui existe dans le circuit du galvanomètre, obéit rarement à cette loi, excepté dans les cas où le terme $G\frac{d\theta}{dt}$ de l'équation (2) est négligeable.

où τ et τ' sont remplacés par leurs valeurs tirées des équations (21) et (23); on a toujours $\tau > \tau'$ et $\Phi' > 1$. L'auteur fait remarquer que le calcul de τ n'est pas aussi compliqué qu'il le paraît à première vue. On simplifie le travail en attribuant à τ des valeurs arbitraires et en déterminant les valeurs correspondantes de (21). Avec un peu d'habitude, on reconnaîtra que deux hypothèses sur τ suffiront en général pour le déterminer avec une précision comparable à celle de T et λ; en première approximation même, on pourra négliger le premier membre de (21).

Si l'on désire comparer la quantité d'électricité déchargée suivant une loi de décroissance particulière avec celle qui est déchargée à travers le secondaire d'une bobine d'inductance mutuelle connectée d'une façon permanente en série avec la bobine du galvanomètre, le facteur de correction de l'équation (24) sera suffisant; mais pour la décharge d'un condensateur, il faut un autre facteur de correction; car cette dernière se fait en circuit ouvert et l'on doit, dans les calculs précédents, remplacer B_1 par B. En conservant les mêmes notations doublement primées pour ce cas, on a

$$(25)\qquad \Phi'' = \frac{|\theta''_0|}{|\theta_0|_{Q''=Q}} = \frac{T'' e^{-2\lambda''\frac{\tau''}{T}}}{T e^{-2\lambda\frac{\tau}{T}}} \frac{\sin 2\pi\frac{\tau''}{T}}{\sin 2\pi\frac{\tau}{T}},$$

où τ est toujours donné par (21), tandis qu'on tire τ'' de

$$(26)\qquad \tau'' = \frac{T''}{2\pi}\operatorname{arc\,tang}\frac{\pi}{\lambda''}.$$

En comparant $B_1^2 - 4KD$ et $B^2 - 4KD$, on obtient la relation bien connue en T et T'', à savoir

$$(27)\qquad \frac{T''}{T} = \left(\frac{1+\frac{\lambda''^2}{\pi^2}}{1+\frac{\lambda^2}{\pi^2}}\right),$$

qui a une importance considérable pour le calcul de T dans les cas où le mouvement périodique est trop fortement amorti.

II. $B_1^2 - 4KD > 0$. — Représentons β_1 et β_2 par

$$(28)\qquad \beta_1 = \gamma + \omega,$$

$$(29)\qquad \beta_2 = \gamma - \omega.$$

On obtient alors, pour le facteur de correction correspondant à (24),

$$(30)\qquad \Phi' = \left|\frac{\theta'_0}{\theta_0}\right|_{Q'=Q} = e^{-\lambda(\tau'-\tau)}\frac{\sinh\omega\tau'}{\sinh\omega\tau},$$

avec les relations complémentaires

$$(31)\qquad e^{-(p-\gamma)\tau} = \cosh\omega\tau + \frac{\gamma^2-\gamma p-\omega^2}{\omega p}\sinh\omega\tau$$

et

$$(32)\qquad \tau' = \frac{1}{\omega}\operatorname{arc\,tang}\frac{\omega}{\gamma}.$$

III. $B_1^2 - 4KD = 0$. — Pour ce cas limite, on a

$$(33)\qquad \Phi' = \left|\frac{\theta'_0}{\theta_0}\right|_{Q'=Q} = e^{-\gamma(\tau'-\tau)}\frac{\tau'}{\tau},$$

$$(34)\qquad e^{-(p-\gamma)\tau} = 1 + \frac{\gamma^2-\gamma p}{p}\tau,$$

$$(35)\qquad \tau' = \frac{1}{\gamma}.$$

IV. Essais préliminaires. — Avant de passer à l'application des formules (24) et (25), l'auteur a voulu soumettre au contrôle expérimental les trois hypothèses qui constituent la base de son raisonnement : *a*. Conséquences qui peuvent résulter de l'omission de la self-inductance dans le circuit galvanométrique, ce qui a permis de passer de (5) à (7). *b*. Le couple G dû à un courant donné est-il bien indépendant de la position du cadre pour les différentes déviations observées? Cela revient à vérifier la constance de λ. *c*. Existe-t-il des conditions particulières susceptibles de donner à la bobine du galvanomètre une résistance apparente différente de sa résistance vraie? Pour ce dernier cas, on tire de (8)

$$(36)\qquad B_1 = B + \frac{G^2}{r},$$

$$(37)\qquad r = \frac{G^2}{B_1 - B} = \frac{G^2}{2K}\frac{2K}{B_1 - B}.$$

Comme on peut déduire les valeurs de $\frac{2K}{B_1 - B}$ des équations (10), (11), (18) et (19), on doit constater que r est une fonction linéaire de cette quantité. Ce cas a été vérifié avec une grande précision dans trois essais différents pour lesquels on avait chaque fois changé le moment d'inertie du cadre mobile. On trouvait, en plus, une nouvelle confirmation de la constance de G. En résumé, les hypothèses introduites par l'auteur sont toutes admissibles.

V. Vérification expérimentale de (24). — Reste à justifier la formule (24). A cet effet, l'auteur emploie un galvanomètre type II de Leeds et Northrup. Les déviations sont indiquées par les déplacements de l'image d'un filament incandescent sur un écran distant de 4 à 7 m du miroir du galvanomètre. Le montage adopté pour l'obtention d'une force électromotrice répondant à l'équation (6) est une légère modification d'un dispositif en pont de Wheatstone imaginé par Corbino pour la mesure de la chaleur spécifique d'un filament de lampe à incandescence [1]; il est schématisé en figure 1. L'auteur annonce qu'il en donnera une description complète dans une autre communication et indique pour le moment que R est une lampe à incandescence en série avec une résistance R' constituée par un autre filament; pour éliminer les perturbations pouvant résulter de la partie froide de $R + R'$, on insère sur l'autre branche un autre

[1] Voir la *Littérature des périodiques* du 14 juin 1912, p. XXIII.

filament R' de même diamètre, mais plus court que $R + R'$. Les deux bras xx sont identiques et il nous reste,

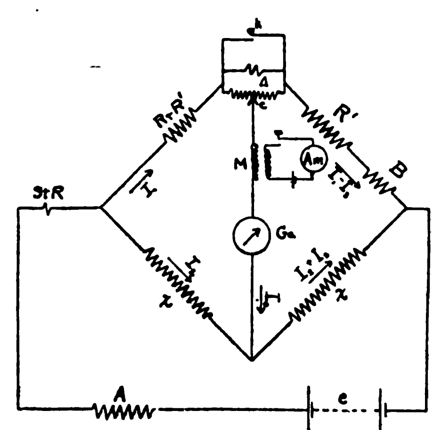


Fig. 1. — Schéma du dispositif de A.-G. Worthing pour la vérification des constantes d'un galvanomètre balistique.

pour les vérifications proposées, une lampe R dont le filament a une température uniforme. Corbino a montré que, si le pont a été équilibré avec un courant constant soit en maintenant la clef k fermée, puis soit en déplaçant le curseur c, la clef k étant ouverte, il se produit dans la dérivation du galvanomètre, par l'ouverture ou la fermeture de la clef k, une force électromotrice répondant à l'équation

$$E = E_0(e^{-pt} - e^{-p_1 t}). \tag{38}$$

Mais en introduisant des self-inductances en différents points, on a constaté que la constante de temps $\frac{1}{p_1}$ était négligeable par rapport à $\frac{1}{p}$ et l'on retombait finalement sur l'équation (6). Dans beaucoup de cas on a trouvé pour la constante de temps des valeurs supérieures à la période propre du galvanomètre; il est alors assez difficile de déterminer p avec précision par la méthode de Corbino; néanmoins les mesures faites dans ces conditions étaient toujours concordantes après qu'on leur avait appliqué les corrections (24) ou (25).

Du registre de ses expériences, l'auteur communique les résultats ci-dessous relatifs au contrôle de la formule (24) pour les décharges produites dans un galvanomètre par une force électromotrice de la forme $E_0 e^{-pt}$ où la constante de temps p est égale à 1,06 seconde.

r. Ohms.	T. Secondes.	λ.	θ'_0. Division.	$\frac{\theta_0}{Q}$. Nombre de divisions par micro-coulomb.	$\frac{Q'}{\Phi'}$. Micro-coulomb.	Φ'.	Q'. Micro-coulomb.	$Q'r$. Micro-volts × sec.	$e^{-p\tau}$.
10 540	7,35	0,692	9,07	20,08	0,452	1,296	0,586	6180	0,103
5 280 (1)	8,70	2,138	5,54	6,28	0,882	1,322	1,167	6160	0,115
15 540	4,30	1,355	7,29	32,45	0,225	1,680	0,378	5870	0,249
5 540	21,5	0,166	5,04	4,75	1,060	1,048	1,112	6160	0,0026
5 280 (1)	21,5	0,354	2,17	1,955	1,110	1,047	1,162	6140	0,0033
5 540	15,3	0,234	6,56	6,38	1,030	1,088	1,120	6210	0,0125
5 280 (1)	15,4	0,491	2,77	2,580	1,074	1,091	1,172	6190	0,0145
5 540	11,6	0,360	9,54	9,77	0,976	1,145	1,118	6200	0,032
5 280 (1)	11,8	0,812	3,72	3,69	1,009	1,150	1,160	6120	0,038

(1) Pour ces séries le galvanomètre de résistance 480 ohms était shunté par une résistance de 400 ohms.

Les nombres correspondant à une même ligne horizontale proviennent soit d'une modification du moment d'inertie de l'équipage mobile, soit d'un shuntage par une résistance connue. Dans le premier cas, on faisait coulisser deux petits cubes de plomb sur une tige d'aluminium fixée à la partie inférieure de la bobine; pour le second cas, il fallait traiter la combinaison du galvanomètre avec son shunt comme un nouveau galvanomètre. On verrait par l'application des formules (20) et (21) ou (22) et (23) que les rapports des déviations données par le galvanomètre shunté ou non shunté, toutes choses égales d'ailleurs, sont très concordantes. Pendant toute la durée des essais, on opérait à courant constant et à température constante, et, par conséquent, l'ouverture et la fermeture du commutateur k devait, dans tous les cas, lancer la même quantité d'électricité à travers le galvanomètre. La constante de temps de cette décharge a été trouvée égale à 1,06 seconde par la méthode de Corbino.

L'inspection de la colonne contenant $Q'r$ montre que les valeurs calculées pour cette quantité présentent une merveilleuse concordance; c'est la justification de la formule (24). Il faut excepter les résultats de la troisième colonne horizontale qui sont un peu plus faibles. Cela provient de la grandeur du décrément logarithmique λ qui rendait difficile la détermination de T; mais si l'on avait suivi une méthode basée sur la formule (27), cette exception elle-même aurait disparu. La dernière colonne donne les valeurs de la force électromotrice existant au temps τ correspondant à l'élongation maximum.

La formule (25) a fait également l'objet d'une vérifica-

tion directe sur laquelle, d'ailleurs, l'auteur ne donne aucun détail.

VI. REMARQUE RELATIVE A LA DÉTERMINATION DE LA CONSTANTE DE TEMPS POUR UNE DÉCHARGE OBÉISSANT A LA FORMULE (6). — Comme on l'a remarqué plus haut, la méthode de Corbino s'applique difficilement à la détermination de la constante de temps quand la valeur de celle-ci est de l'ordre de grandeur de la période du galvanomètre. On répète alors les mesures indiquées dans le tableau ci-contre, avec deux galvanomètres de périodes tout à fait différentes; on prendra alors pour p le nombre qui conduit à la même valeur de $Q'r$. En général plus les deux valeurs de Φ' ou Φ'' différeront entre elles plus p sera déterminé avec précision. D'autre part, l'existence de ces deux valeurs de $Q'r$ prouve que la condition (6) est satisfaite.

B. K.

Remarque sur le coefficient d'amortissement des galvanomètres à cadre mobile [1].

Nous avons signalé, dans *La Revue électrique* du 21 avril 1916, les calculs de L. Pyle, qui ont abouti à l'établissement de la formule exacte du coefficient d'amortissement pour les oscillations fortement amorties du cadre d'un galvanomètre Desprez-d'Arsonval. Ce coefficient est

$$\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)^{\frac{2t_1}{T}} \qquad \text{où} \qquad \frac{2t_1}{T} = \frac{1}{\pi}\,\text{arc tang}\,\frac{\pi}{\lambda}.$$

Or, P.-E. Klopsteg fait remarquer que ce coefficient est contenu dans l'intégrale de l'équation différentielle du mouvement du cadre qui a pour expression [1]

$$q = \frac{T}{2\pi}\,\frac{i}{\varphi}\,\theta_1 e^{\frac{\lambda}{\pi}\,\text{arc tang}\,\frac{\pi}{\lambda}},$$

où le décrément logarithmique λ est donné par

$$\lambda = \log\frac{\theta_1}{\theta_2}, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\theta_1}{\theta_2} = e^{\lambda}.$$

L'équation ci-dessus peut donc s'écrire :

$$q = \frac{T}{2\pi}\,\frac{i}{\varphi}\,\theta_1\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)^{\frac{1}{\pi}\,\text{arc tang}\,\frac{\pi}{\lambda}}.$$

On a ainsi directement le coefficient d'amortissement; quand λ est inférieur à 0,184, arc tang $\frac{\pi}{0,184}$ est voisin de $\frac{\pi}{2}$ et le coefficient d'amortissement devient $\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)^{\frac{1}{2}}$, avec une approximation de 0,3 pour 100. Si l'on désire une précision plus grande, ou si la valeur de λ est supérieure à 0,184, on emploie la formule complète

$$\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)^{\frac{1}{\pi}\,\text{arc tang}\,\frac{\pi}{\lambda}},$$

dont les valeurs numériques ont été publiées dans les tables de Kohlrausch.

(1) P.-E. KLOPSTEG, *Physical Review*, t. VII, mai 1916, p. 543.

(1) ERIC GERARD, *Mesures électriques*, édition de 1896, p. 131.

Sur une méthode générale de pont pour comparer l'inductance mutuelle de deux bobines avec la self-inductance de l'une d'elles; C.-H. LEES (*Physical Society*, Londres, séance du 11 février 1916). — La self-inductance L d'une bobine de résistance S peut être comparée avec l'inductance mutuelle M entre cette bobine et une autre, en faisant de la première bobine un bras d'un pont $PQRS$, dont la seconde bobine et une résistance $U + V$ en série forment une diagonale, le galvanomètre formant l'autre. La pile est reliée par une clef au point de contact de U et de V. Quand on a obtenu un équilibre permanent, on peut faire varier U ou V de façon à avoir un équilibre d'induction pour toute valeur de $\frac{L}{M}$ sans avoir besoin de modifier, P, Q, R ou S. Alors

$$\frac{M}{L} = -\left\{ Q + S + \left[1 + \frac{Q}{P}V\right](T + U)\right\}.$$

Construction d'un oscillographe pour salle de cours; H.-C. CRANE et C.-L. DAWIES (*Electrical World*, 19 février 1916, p. 424-426, 6 figures; *Electrician*, 31 mars 1916, p. 904-906, 5 figures). — Cet instrument projette un rayon lumineux assez puissant pour permettre de suivre aisément sur un écran situé à 3 m une courbe d'une amplitude de 30 cm de chaque côté de la ligne zéro. — La lumière est fournie à l'appareil par une petite lampe à arc spéciale, contenue dans un tube en fer et ne délivrant par un trou de sa paroi que les rayons émis par une petite surface circulaire du cratère du charbon positif. — L'oscillateur lui-même est constitué par un fil de bronze phosphoreux double, maintenu sous tension constante et dont les deux brins sont parcourus par le courant à étudier mais en sens inverse. Sur ces fils est fixé un petit miroir et ils sont placés dans le champ d'un électro-aimant continu de telle sorte que le courant alternatif circulant dans le fil provoque des déplacements angulaires de ce miroir. L'appareil comporte, de plus, un second miroir fixe qui trace sur l'écran une ligne continue qui marque l'axe des x. — Le rayon lumineux projeté par la lampe sur les miroirs fixe et mobile de l'oscillateur est ensuite renvoyé sur un miroir tournant octogonal, actionné par un petit moteur alternatif synchrone et qui le dirige à son tour sur l'écran où il trace une courbe lumineuse continue. — L'installation comprend, en outre, une résistance réglable et un shunt, pour permettre de régler l'intensité du courant dans le fil de l'oscillographe selon qu'on veut obtenir des courbes de tension ou d'intensité. La résistance est du type à curseur et permet d'absorber de 0 à 250 volts. Le shunt est généralement établi pour une intensité maximum de 10 ampères.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Loi du 1er juillet 1916 concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes.

TITRE PREMIER.

CONTRIBUTION EXTRAORDINAIRE SUR LES BÉNÉFICES EXCEPTIONNELS OU SUPPLÉMENTAIRES RÉALISÉS PENDANT LA GUERRE.

ARTICLE PREMIER. — Il est institué une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires provenant des opérations ci-après définies, réalisés depuis le 1er août 1914 jusqu'à l'expiration du douzième mois qui suivra celui de la cessation des hostilités. Par les personnes non patentées, exception faite des agriculteurs vendant leur récolte à l'État ayant passé des marchés, soit directement, soit comme sous-traitants, pour des fournitures destinées à l'État ou à une administration publique, et par toutes personnes ayant accompli un acte de commerce à titre accidentel ou en dehors de leur profession en vue du même objet; par les personnes patentées ou non, ayant prêté leur concours pécuniaire ou leur entremise moyennant rémunération, redevance ou commission, pour la conclusion d'un marché avec l'État ou une administration publique; par les sociétés et les personnes passibles de la contribution des patentes, dont les bénéfices ont été en excédent sur le bénéfice normal; par les exploitants d'entreprises assujetties à la redevance proportionnelle prévue par l'article 33 de la loi du 21 avril 1810.

ART. 2. — La contribution extraordinaire est établie en prenant pour base l'excédent du bénéfice net respectivement obtenu pendant la période s'étendant du 1er août 1914 au 31 décembre 1915 et pendant chacune des années suivantes sur le bénéfice normal constitué par la moyenne des produits nets réalisés au cours des trois exercices antérieurs au 1er août 1914. Si la période pendant laquelle ont été réalisées, antérieurement au 1er août 1914, les opérations du contribuable visées à l'article 1er ne comprend pas trois exercices, le bénéfice normal est calculé d'après la moyenne des résultats pendant cette période. Le bénéfice normal ne peut en aucun cas, même si le contribuable n'a réalisé d'opérations qu'à partir du 1er août 1914, être évalué à une somme inférieure ni à 5000 fr. ni à 6 pour 100 des capitaux réellement engagés par lui et rémunérés dans ses entreprises, tels qu'ils résultent d'actes, de livres de commerce régulièrement tenus ou d'autres preuves certaines. Pour la comparaison du bénéfice normal avec celui qui a été réalisé au cours de la période de guerre, les bénéfices à comparer sont constitués par la totalisation des produits nets des diverses entreprises exploitées en France par un même contribuable, sous déduction, s'il y a lieu, des pertes résultant d'un déficit d'exploitation dans certaines de ces entreprises. En ce qui concerne la période du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, la comparaison avec le bénéfice normal annuel est faite après avoir majoré celui-ci de cinq douzièmes. Pour la comparaison du bénéfice réalisé au cours de la dernière période d'imposition avec le bénéfice normal, celui-ci sera, s'il y a lieu, majoré ou diminué d'un nombre de douzièmes égal à la différence entre le nombre de mois compris dans ladite période et un exercice annuel.

ART. 3. — Le produit net, en période de guerre, est calculé en établissant le bilan, pour chaque entreprise, suivant les règles antérieures propres à cette entreprise, notamment en déduisant, s'il y a lieu, la somme nécessaire à la réserve légale et celles qui sont habituellement réservées à l'amortissement des bâtiments et du matériel. Sont, en outre, déduites du bénéfice supplémentaire établi comme il est dit ci-dessus, pour obtenir le bénéfice imposable, sous réserve de la revision prévue au troisième paragraphe de l'article 15 : 1° les sommes destinées aux amortissements supplémentaires nécessités soit par les dépréciations exceptionnelles du matériel résultant d'une prolongation de la durée journalière du travail normal, soit par le fait d'installations ou de dépenses spéciales effectuées en vue de fournitures de guerre; 2° les sommes correspondant à l'intérêt à 6 pour 100 des capitaux employés dans les entreprises situées en pays envahi ou sinistrées et à l'amortissement habituel de ces entreprises. Aucune déduction ne sera opérée au profit de l'intermédiaire qui se sera contenté de rétrocéder un contrat en prélevant une remise.

ART. 4. — Tout contribuable désigné au deuxième ou au troisième paragraphe de l'article 1er produira, dans les deux mois qui suivront le soixantième jour après la promulgation de la loi, la déclaration du bénéfice exceptionnel par lui réalisé, pendant la période s'étendant du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, comme fournisseur ou intermédiaire, sous déduction de 5000 fr, en indiquant à quel titre il a réalisé ce bénéfice. La même déclaration sera faite, pour les années suivantes, dans les trois mois qui suivront le 31 décembre de chaque année.

ART. 5. — Tout patenté ou tout exploitant de mines, visé au quatrième ou au cinquième paragraphe de l'article 1er, astreint à la contribution instituée par la présente loi, produira, pour les périodes indiquées et dans les délais prévus à l'article précédent, une déclaration comportant, pour chacune de ses exploitations : 1° Le bénéfice net réalisé pendant la période à laquelle se rapporte l'imposition; 2° le montant du bénéfice normal; 3° l'excédent constituant le bénéfice supplémentaire; 4° les sommes déduites pour la réserve légale et pour les amortissements habituels, en vertu du premier paragraphe de l'article 3. S'il ne veut ou ne peut fournir les éléments nécessaires à la détermination du bénéfice normal, il évaluera celui-ci à une somme égale à 30 fois le principal de la patente, sans que cette somme puisse être inférieure ni à 5000 fr, ni à 6 pour 100 des capitaux réellement engagés dans les entreprises. Le contribuable indiquera, en outre, s'il y a lieu, dans sa déclaration, les sommes à déduire du bénéfice supplémentaire : 1° pour les pertes d'exploitation visées au quatrième paragraphe de l'article 2; 2° pour les déductions autorisées par les paragraphes 2 et suivants de l'article 3. Lorsque le bénéfice net réalisé pendant la période à laquelle se rapporte l'imposition n'excédera pas le montant du bénéfice normal, le contribuable aura la faculté de faire une déclaration simplement négative.

ART. 6. — Les délais impartis pour les déclarations prévues à l'article 5 pourront être prolongés, par décision du directeur général des contributions directes, sur la demande du contribuable dont le bilan annuel est habituellement établi sur une période de 12 mois ne coïncidant pas avec l'année normale. Dans le cas visé au paragraphe précédent, comme pour la période du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, le bénéfice supplémentaire sera calculé à l'aide des deux bilans intéressant l'exercice imposable, en prenant dans chacun de ces bilans le nombre de mois compris dans l'exercice d'imposition. En dehors des cas visés ci-dessus, un décret fixera les conditions dans lesquelles les délais supplémentaires seront accordés aux contribuables, mobilisés ou non, qui se trouveraient empêchés de souscrire leur déclaration dans les délais et conditions indiqués aux articles 4 et 5. Les déclarations sont rédigées sur ou d'après des formules déposées dans les mairies, dûment certifiées par les déclarants et adressées au directeur des contri-

butions directes du département où se trouve située la commune du principal établissement ou du siège social des personnes ou des sociétés intéressées. Elles peuvent être produites par mandataire. Il en est délivré récépissé.

Art. 7. — Les déclarations sont soumises à l'examen d'une commission siégeant au chef-lieu de chaque département et comprenant : le trésorier payeur général; le directeur des contributions directes et du cadastre; le directeur des contributions indirectes; le directeur de l'enregistrement, des domaines et du timbre. Dans le ressort de chaque direction des douanes, le directeur ou un agent supérieur par lui délégué fait également partie de la commission. Celle-ci est présidée par le chef de service le plus ancien en grade. Un agent des contributions directes désigné par le directeur remplit les fonctions de secrétaire avec voix délibérative. Plusieurs commissions peuvent, s'il est nécessaire, être constituées dans un même département, en vertu d'un arrêté du Ministre des Finances, qui fixe le siège et la circonscription de chacune d'elles. Dans ce cas, les chefs de service ci-dessus visés désignent respectivement un agent supérieur de leur administration pour faire partie de la commission ou des commissions où ils ne siègent pas personnellement et chaque commission est présidée par le fonctionnaire le plus élevé ou le plus ancien en grade. La commission règle elle-même les jours et heures de ses séances; elle est convoquée par son président. Les décisions sont prises à la majorité des voix; en cas de partage égal des voix, celle du président est prépondérante. La présence de quatre membres au moins est nécessaire à la validité des décisions.

Art. 8. — La commission examine les déclarations; elle peut entendre les intéressés et se faire communiquer par eux, ainsi que par les administrations de l'État, des départements et des communes, tous documents nécessaires pour établir les bases d'imposition. Elle peut faire procéder, par l'un ou l'autre des services financiers, à des vérifications sur place, en présence des intéressés ou ceux-ci dûment appelés. Si la commission n'accepte pas la déclaration, le contribuable est invité, par lettre recommandée indiquant les points contestés, à se faire entendre dans le délai d'un mois. Le contribuable peut faire parvenir à la commission, dans le délai ci-dessus, par lettre recommandée, son acceptation ou ses observations. Ces formalités remplies, la commission fixe les bases de la contribution. L'intéressé peut, dans le délai d'un mois à partir du jour où il a reçu notification de la décision motivée de la commission, avertir l'administration qu'il maintient sa déclaration: le litige est alors porté devant la commission supérieure.

Art. 9. — Le contribuable qui n'aura pas produit sa déclaration dans les délais impartis par les articles 4 et 5 de la présente loi sera, après mise en demeure suivie d'un nouveau délai d'un mois, imposé par voie de taxation d'office. Le contribuable pourra répondre à la mise en demeure, dans le délai ci-dessus, par la déclaration négative prévue à l'article 5, s'il ne se croit pas imposable. La taxation sera établie par la commission : Pour les contribuables non patentés, à l'aide des éléments recueillis par les services publics et notamment par l'examen des marchés; pour les assujettis à la redevance des mines, par la comparaison du produit net, servant de base à la redevance proportionnelle et correspondant à chacune des périodes d'imposition à laquelle s'applique la contribution, avec la moyenne du produit net correspondant aux trois exercices antérieurs au 1er août 1914; pour les sociétés soumises à la publication de leurs bilans, par la comparaison des bilans des trois exercices antérieurs au 1er août 1914 avec celui de l'exercice imposable; pour les patentés et les sociétés non soumises à la publication de leurs bilans, d'après les éléments dont dispose la commission. Elle peut faire procéder par l'un ou l'autre des services financiers à des vérifications sur place en présence des intéressés ou ceux ci dûment appelés. En aucun cas, le bénéfice normal ne peut être évalué à une somme inférieure à 5000 fr, ni à trente fois le principal de la patente, ni à 6 pour 100 du capital engagé.

Art. 10. — La taxation établie sera notifiée au contribuable par l'administration des contributions directes par lettre recommandée. La notification devra faire connaître à l'intéressé pour chacune de ses exploitations les chiffres arrêtés en ce qui concerne : 1° le bénéfice fixé pour la période à laquelle se rapporte l'imposition; 2° la déduction opérée à titre de bénéfice normal; 3° l'excédent constituant la base de la taxation. Le contribuable taxé d'office ne peut contester la taxation devant la commission d'appel, dans le délai imparti par l'article 8, qu'en apportant toutes les justifications de nature à faire la preuve du chiffre exact de ses bénéfices exceptionnels ou supplémentaires. Pour les entreprises visées au cinquième paragraphe de l'article 1er, le bénéfice imposable est établi d'après le produit net servant de base à la redevance proportionnelle.

Art. 11. — Dans le délai d'un mois à partir du jour où elles ont reçu notification des décisions de la commission du premier degré, les personnes ou sociétés intéressées peuvent faire appel de ces décisions. Dans le même délai, le directeur des contributions directes peut faire appel de toute décision de la commission qu'il juge contraire aux droits du Trésor. Ces appels sont portés devant une commission supérieure, siégeant au Ministère des Finances et comprenant : un président de section du Conseil d'État, désigné par le Ministre de la Justice et remplissant les fonctions de président de la commission; deux conseillers d'État en service ordinaire, également désignés par le Ministre de la Justice; deux conseillers maîtres à la cour des comptes, désignés par le Ministre des Finances; deux inspecteurs des finances, désignés par le Ministre des Finances; le directeur général des contributions directes et un administrateur des contributions directes désigné par le Ministre des Finances; six membres désignés par la réunion des présidents des chambres de commerce ou, à défaut, par le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Des auditeurs au Conseil d'État désignés par le Ministre de la Justice et des auditeurs à la Cour des Comptes désignés par le Ministre des Finances peuvent être adjoints à la commission en qualité de rapporteurs. Les fonctions de secrétaire seront remplies par un ou plusieurs employés supérieurs de la direction générale des contributions directes désignés par le Ministre des Finances. La commission supérieure peut se diviser en deux sections dont chacune comprendra, en outre du président de section du Conseil d'État, un conseiller d'État, un conseiller maître à la Cour des Comptes, un inspecteur des finances, l'un des deux fonctionnaires des contributions directes désignés par le Ministre des Finances, trois des membres désignés par la réunion des chambres de commerce ou à défaut, par le Ministre du Commerce et de l'Industrie. La commission supérieure statue sur mémoire; ses décisions, qui doivent être motivées, sont rendues définitivement et en dernier ressort; elles ne peuvent être attaquées que pour excès de pouvoir ou violation de la loi devant le Conseil d'État. Un décret déterminera les conditions du fonctionnement de la commission et l'organisation des sections ci-dessus prévues.

Art. 12. — L'impôt est calculé : pour les bénéfices exceptionnels réalisés par les personnes désignées au deuxième ou au troisième paragraphe de l'article 1er, en leur appliquant le taux de 50 pour 100. Pour les bénéfices supplémentaires des sociétés et des personnes passibles de la contribution des patentes ou de la redevance des mines, visées au quatrième ou au cinquième paragraphe de l'article 1er, en appliquant le taux de 50 pour 100 à la portion du bénéfice excédant 5000 fr.

Art. 13. — Lorsque la déclaration du contribuable sera reconnue insuffisante, la contribution correspondant à la fraction du bénéfice supplémentaire non déclarée sera majorée de moitié, si toutefois cette fraction ets supérieure à 10 pour 100 du bénéfice total. Dans ce cas, la charge de la preuve, devant la commission instituée par l'article 11, incombe à l'administration. Toutefois, la pénalité prévue au paragraphe précédent ne sera pas applicable lorsque l'erreur aura été commise de bonne foi.

Art. 14. — Les droits afférents au bénéfice imposable seront majorés de 10 pour 100 à l'égard de tout contribuable qui n'aura pas souscrit de déclaration dans les délais prévus à l'article 4.

Art. 15. — Toute omission relevée par l'administration des contributions directes pourra être réparée jusqu'à expiration de l'année qui suivra celle de la cessation des hostilités. La commission instituée par l'article 7 de la présente loi fixera les bases de l'impo-



sition supplémentaire, suivant la procédure indiquée à l'article 8 et sous réserve du droit d'appel prévu au même article. Lorsque les sommes mises en réserve pour les amortissements de bâtiments, de matériel d'outillage ou de créance irrecouvrables, seront reconnues exagérées par la commission, l'excédent sera considéré comme bénéfice supplémentaire réalisé pendant la dernière année d'imposition. Par contre, lorsque sur réclamation du contribuable jointe à sa déclaration pour la dernière année d'imposition lesdites sommes seront reconnues insuffisantes par la commission, la différence sera imputable au dernier exercice imposable.

ART. 16. — Les rôles de la contribution extraordinaire sont établis et le recouvrement en est poursuivi comme en matière de contributions directes. Le payement des cotisations est exigible par quart, de deux mois en deux mois, à partir du premier jour du mois qui suit la publication du rôle pour l'impôt afférent à la période du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, et de trois mois en trois mois pour les autres exercices. Toutefois, pour toutes les sociétés ou les personnes patentées ou passibles de la redevance des usines visées aux paragraphes 4 et 5 de l'article 1er, les deux derniers quarts de la contribution afférente à chaque exercice d'imposition ne seront exigibles que dix mois après l'expiration du dernier exercice de la période pour laquelle la contribution extraordinaire est instituée. Dans ces six mois, en cas de déficit, par rapport au bénéfice normal, révélé par un des bilans de la période de guerre, le contribuable aura droit, sur la présentation de toutes ses feuilles d'imposition relatives à la contribution, à une détaxe correspondant à l'importance de ce déficit. La détaxe sera calculée en appliquant au montant de ce déficit la moyenne des taux effectifs des contributions des différents exercices. Le montant de la détaxe sera déduit de celui des impositions restant dues sur les exercices précédents, sans qu'en aucun cas il puisse avoir lieu à répétition au bénéfice du contribuable.

ART. 17. — Les sociétés, les personnes passibles de la contribution des patentes, ainsi que les exploitants d'entreprises assujetties à la redevance proportionnelle de l'article 33 de la loi du 21 avril 1810, qui justifieront avoir employé avant le 1er avril 1916 en améliorations ou extensions de leur entreprise une partie ou la totalité des bénéfices exceptionnels ou supplémentaires taxés par la présente loi, pourront être autorisés à s'acquitter des impôts afférents aux bénéfices ainsi employés en trois annuités, le point de départ de ces annuités étant l'année d'émission des rôles. Des autorisations seront accordées, après examen des justifications visées au paragraphe précédent, par la commission instituée par l'article 7 et sauf recours devant la commission supérieure dans les conditions prévues à l'article 11. Pour l'exercice du privilège du Trésor et pour l'application de la prescription triennale, chacune des annuités sera considérée comme une contribution distincte afférente à l'année pendant laquelle elle est exigible. Nonobstant les autorisations accordées, le solde des impôts restant dû sera immédiatement exigible en cas de dissolution de la société, de faillite ou de liquidation judiciaire, de cession ou de cessation de l'entreprise.

ART. 18. — Tous avis et communications échangés entre les agents de l'administration ou adressés par eux aux contribuables et concernant la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre doivent être transmis sous enveloppe fermée. Les franchises postales et les taux spéciaux d'affranchissement reconnus nécessaires seront fixés comme en matière d'impôt général sur le revenu. Est tenue au secret professionnel dans les termes de l'article 378 du code pénal, et passible des peines prévues audit article, toute personne appelée, à l'occasion de ses fonctions ou attributions, à intervenir dans l'établissement, la perception ou le contentieux de l'impôt.

ART. 19. — Les contribuables ne sont autorisés à se faire délivrer des extraits des rôles de la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre, suivant les dispositions législatives ou réglementaires applicables aux contributions directes, qu'en ce qui concerne leurs propres cotisations.

ART. 20. — Tout contribuable qui, en employant des manœuvres frauduleuses pour se soustraire en totalité ou en partie à l'établissement de la taxe, aura, par l'emploi de l'une de ces manœuvres, dissimulé ou tenté de dissimuler ses bénéfices, sera puni d'un emprisonnement de trois mois à deux ans et d'une amende de 500 fr à 10 0000 fr ou de l'une de ces deux peines seulement. L'article 463 du Code pénal sera applicable aux infractions prévues par la présente loi.

ART. 21. — Les dispositions de l'article 1167 du Code civil sont applicables aux actes faits par le contribuable en fraude des droits de l'État depuis le 13 janvier 1916.

TITRE II.

MESURES FISCALES RELATIVES A LA LÉGISLATION DES PATENTES.

ART. 22. — Pour l'application des droits de patente auxquels est soumise la profession de fournisseur, il est fait état de toutes ventes d'objets ou marchandises quelconques, consenties aux administrations publiques ou aux établissements publics, même si ces ventes sont effectuées sans adjudication ni marché préalable. Les fabricants qui fournissent aux administrations publiques ou aux établissements publics dans les conditions ci-dessus indiquées des objets ou marchandises provenant de leur fabrication sont imposables au droit fixe de patente, soit d'après le tarif afférent à leurs opérations industrielles, soit d'après le tarif prévu pour la profession de fournisseur, à raison de 25 centimes par 100 fr ou fraction de 100 fr du montant annuel de leurs fournitures, suivant que l'un ou l'autre mode de taxation donne le chiffre le plus élevé. La taxe calculée d'après le montant des fournitures peut être valablement établie par voie d'imposition supplémentaire, sous déduction du droit fixe antérieurement imposé.

ART. 23. — Les droits de patente applicables à raison des fournitures faites aux administrations publiques ou aux établissements publics pendant la période comprise entre le 1er août 1914 et le jour de la cessation des hostilités pourront être valablement imposés jusque dans la deuxième année qui suivra celle de cette cessation. Ces droits seront réglés conformément à la législation existante, telle qu'elle est complétée et modifiée par l'article précédent. Les droits de patente prévus pour la profession de fournisseur seront, dans les mêmes conditions, appliqués aux maîtres ouvriers des corps de troupe à raison des fournitures faites par eux à l'administration militaire pendant la période susvisée.

(*Journal officiel*, 2 juillet 1916.)

Décret relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères; du Garde des Sceaux, Ministre de la Justice; du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes; du Ministre de l'Intérieur; du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale;

Vu la loi du 5 août 1914;

Vu les décrets des 14 août, 1er, 27 septembre, 27 octobre, 17 décembre 1914, 7 janvier, 13 février, 20 mars, 17 juin, 14 septembre, 28 décembre 1915 et 28 mars 1916, relatifs à la prorogation des délais en matière de loyers;

Vu le décret du 14 octobre, portant application des décrets des 14 août, 1er et 27 septembre 1914 à l'Algérie;

Vu les décrets des 8 et 16 octobre 1914, étendant aux Alsaciens-Lorrains, aux Polonais et aux Tchèques ayant obtenu un permis de séjour en France le bénéfice des décrets;

Le Conseil des Ministres entendu,

Décrète.

ARTICLE PREMIER. — Il est accordé de plein droit, dans tous les



butions directes du département où se trouve située la commune du principal établissement ou du siège social des personnes ou des sociétés intéressées. Elles peuvent être produites par mandataire. Il en est délivré récépissé.

Art. 7. — Les déclarations sont soumises à l'examen d'une commission siégeant au chef-lieu de chaque département et comprenant : le trésorier payeur général; le directeur des contributions directes et du cadastre; le directeur des contributions indirectes; le directeur de l'enregistrement, des domaines et du timbre. Dans le ressort de chaque direction des douanes, le directeur ou un agent supérieur par lui délégué fait également partie de la commission. Celle-ci est présidée par le chef de service le plus ancien en grade. Un agent des contributions directes désigné par le directeur remplit les fonctions de secrétaire avec voix délibérative. Plusieurs commissions peuvent, s'il est nécessaire, être constituées dans un même département, en vertu d'un arrêté du Ministre des Finances, qui fixe le siège et la circonscription de chacune d'elles. Dans ce cas, les chefs de service ci-dessus visés désignent respectivement un agent supérieur de leur administration pour faire partie de la commission ou des commissions où ils ne siègent pas personnellement et chaque commission est présidée par le fonctionnaire le plus élevé ou le plus ancien en grade. La commission règle elle-même les jours et heures de ses séances; elle est convoquée par son président. Les décisions sont prises à la majorité des voix; en cas de partage égal des voix, celle du président est prépondérante. La présence de quatre membres au moins est nécessaire à la validité des décisions.

Art. 8. — La commission examine les déclarations; elle peut entendre les intéressés et se faire communiquer par eux, ainsi que par les administrations de l'État, des départements et des communes, tous documents nécessaires pour établir les bases d'imposition. Elle peut faire procéder, par l'un ou l'autre des services financiers, à des vérifications sur place, en présence des intéressés ou ceux-ci dûment appelés. Si la commission n'accepte pas la déclaration, le contribuable est invité, par lettre recommandée indiquant les points contestés, à se faire entendre dans le délai d'un mois. Le contribuable peut faire parvenir à la commission, dans le délai ci-dessus, par lettre recommandée, son acceptation ou ses observations. Ces formalités remplies, la commission fixe les bases de la contribution. L'intéressé peut, dans le délai d'un mois à partir du jour où il a reçu notification de la décision motivée de la commission, avertir l'administration qu'il maintient sa déclaration : le litige est alors porté devant la commission supérieure.

Art. 9. — Le contribuable qui n'aura pas produit sa déclaration dans les délais impartis par les articles 4 et 5 de la présente loi sera, après mise en demeure suivie d'un nouveau délai d'un mois, imposé par voix de taxation d'office. Le contribuable pourra répondre à la mise en demeure, dans le délai ci-dessus, par la déclaration négative prévue à l'article 5, s'il ne se croit pas imposable. La taxation sera établie par la commission : Pour les contribuables non patentés, à l'aide des éléments recueillis par les services publics et notamment par l'examen des marchés; pour les assujettis à la redevance des mines, par la comparaison du produit net, servant de base à la redevance proportionnelle et correspondant à chacune des périodes d'imposition à laquelle s'applique la contribution, avec la moyenne du produit net correspondant aux trois exercices antérieurs au 1er août 1914; pour les sociétés soumises à la publication de leurs bilans, par la comparaison des bilans des trois exercices antérieurs au 1er août 1914 avec celui de l'exercice imposable; pour les patentés et les sociétés non soumises à la publication de leurs bilans, d'après les éléments dont dispose la commission. Elle peut faire procéder par l'un ou l'autre des services financiers à des vérifications sur place en présence des intéressés ou ceux ci dûment appelés. En aucun cas, le bénéfice normal ne peut être évalué à une somme inférieure à 5000 fr, ni à trente fois le principal de la patente, ni à 6 pour 100 du capital engagé.

Art. 10. — La taxation établie sera notifiée au contribuable par l'administration des contributions directes par lettre recommandée. La notification devra faire connaître à l'intéressé pour chacune de ses exploitations les chiffres arrêtés en ce qui concerne : 1° le bénéfice fixé pour la période à laquelle se rapporte l'imposition; 2° la déduction opérée à titre de bénéfice normal; 3° l'excédent constituant la base de la taxation. Le contribuable taxé d'office ne peut contester la taxation devant la commission d'appel, dans le délai imparti par l'article 8, qu'en apportant toutes les justifications de nature à faire la preuve du chiffre exact de ses bénéfices exceptionnels ou supplémentaires. Pour les entreprises visées au cinquième paragraphe de l'article 1er, le bénéfice imposable est établi d'après le produit net servant de base à la redevance proportionnelle.

Art. 11. — Dans le délai d'un mois à partir du jour où elles ont reçu notification des décisions de la commission du premier degré, les personnes ou sociétés intéressées peuvent faire appel de ces décisions. Dans le même délai, le directeur des contributions directes peut faire appel de toute décision de la commission qu'il juge contraire aux droits du Trésor. Ces appels sont portés devant une commission supérieure, siégeant au Ministère des Finances et comprenant : un président de section du Conseil d'État, désigné par le Ministre de la Justice et remplissant les fonctions de président de la commission; deux conseillers d'État en service ordinaire, également désignés par le Ministre de la Justice; deux conseillers maîtres à la cour des comptes, désignés par le Ministre des Finances; deux inspecteurs des finances, désignés par le Ministre des Finances; le directeur général des contributions directes et un administrateur des contributions directes désigné par le Ministre des Finances; six membres désignés par la réunion des présidents des chambres de commerce ou, à défaut, par le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Des auditeurs au Conseil d'État désignés par le Ministre de la Justice et des auditeurs à la Cour des Comptes désignés par le Ministre des Finances peuvent être adjoints à la commission en qualité de rapporteurs. Les fonctions de secrétaire seront remplies par un ou plusieurs employés supérieurs de la direction générale des contributions directes désignés par le Ministre des Finances. La commission supérieure peut se diviser en deux sections dont chacune comprendra, en outre du président de section du Conseil d'État, un conseiller d'État, un conseiller maître à la Cour des Comptes, un inspecteur des finances, l'un des deux fonctionnaires des contributions directes désignés par le Ministre des Finances, trois des membres désignés par la réunion des chambres de commerce ou à défaut, par le Ministre du Commerce et de l'Industrie. La commission supérieure statue sur mémoire; ses décisions, qui doivent être motivées, sont rendues définitivement et en dernier ressort : elles ne peuvent être attaquées que pour excès de pouvoir ou violation de la loi devant le Conseil d'État. Un décret déterminera les conditions du fonctionnement de la commission et l'organisation des sections ci-dessus prévues.

Art. 12. — L'impôt est calculé : pour les bénéfices exceptionnels réalisés par les personnes désignées au deuxième ou au troisième paragraphe de l'article 1er, en leur appliquant le taux de 50 pour 100. Pour les bénéfices supplémentaires des sociétés et des personnes passibles de la contribution des patentes ou de la redevance des mines, visées au quatrième ou au cinquième paragraphe de l'article 1er, en appliquant le taux de 50 pour 100 à la portion du bénéfice excédant 5000 fr.

Art. 13. — Lorsque la déclaration du contribuable sera reconnue insuffisante, la contribution correspondant à la fraction du bénéfice supplémentaire non déclarée sera majorée de moitié, si toutefois cette fraction ets supérieure à 10 pour 100 du bénéfice total. Dans ce cas, la charge de la preuve, devant la commission instituée par l'article 11, incombe à l'administration. Toutefois, la pénalité prévue au paragraphe précédent ne sera pas applicable lorsque l'erreur aura été commise de bonne foi.

Art. 14. — Les droits afférents au bénéfice imposable seront majorés de 10 pour 100 à l'égard de tout contribuable qui n'aura pas souscrit de déclaration dans les délais prévus à l'article 4.

Art. 15. — Toute omission relevée par l'administration des contributions directes pourra être réparée jusqu'à expiration de l'année qui suivra celle de la cessation des hostilités. La commission instituée par l'article 7 de la présente loi fixera les bases de l'impo-

sition supplémentaire, suivant la procédure indiquée à l'article 8 et sous réserve du droit d'appel prévu au même article. Lorsque les sommes mises en réserve pour les amortissements de bâtiments, de matériel d'outillage ou de créance irrecouvrables, seront reconnues exagérées par la commission, l'excédent sera considéré comme bénéfice supplémentaire réalisé pendant la dernière année d'imposition. Par contre, lorsque sur réclamation du contribuable jointe à sa déclaration pour la dernière année d'imposition lesdites sommes seront reconnues insuffisantes par la commission, la différence sera imputable au dernier exercice imposable.

Art. 16. — Les rôles de la contribution extraordinaire sont établis et le recouvrement en est poursuivi comme en matière de contributions directes. Le payement des cotisations est exigible par quart, de deux mois en deux mois, à partir du premier jour du mois qui suit la publication du rôle pour l'impôt afférent à la période du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, et de trois mois en trois mois pour les autres exercices. Toutefois, pour toutes les sociétés ou les personnes patentées ou passibles de la redevance des usines visées aux paragraphes 4 et 5 de l'article 1er, les deux derniers quarts de la contribution afférente à chaque exercice d'imposition ne seront exigibles que dix mois après l'expiration du dernier exercice de la période pour laquelle la contribution extraordinaire est instituée. Dans ces six mois, en cas de déficit, par rapport au bénéfice normal, révélé par un des bilans de la période de guerre, le contribuable aura droit, sur la présentation de toutes ses feuilles d'imposition relatives à la contribution, à une détaxe correspondant à l'importance de ce déficit. La détaxe sera calculée en appliquant au montant de ce déficit la moyenne des taux effectifs des contributions des différents exercices. Le montant de la détaxe sera déduit de celui des impositions restant dues sur les exercices précédents, sans qu'en aucun cas il puisse avoir lieu à répétition au bénéfice du contribuable.

Art. 17. — Les sociétés, les personnes passibles de la contribution des patentes, ainsi que les exploitants d'entreprises assujetties à la redevance proportionnelle de l'article 33 de la loi du 21 avril 1810, qui justifieront avoir employé avant le 1er avril 1916 en améliorations ou extensions de leur entreprise une partie ou la totalité des bénéfices exceptionnels ou supplémentaires taxés par la présente loi, pourront être autorisés à s'acquitter des impôts afférents aux bénéfices ainsi employés en trois annuités, le point de départ de ces annuités étant l'année d'émission des rôles. Des autorisations seront accordées, après examen des justifications visées au paragraphe précédent, par la commission instituée par l'article 7 et sauf recours devant la commission supérieure dans les conditions prévues à l'article 11. Pour l'exercice du privilège du Trésor et pour l'application de la prescription triennale, chacune des annuités sera considérée comme une contribution distincte afférente à l'année pendant laquelle elle est exigible. Nonobstant les autorisations accordées, le solde des impôts restant dû sera immédiatement exigible en cas de dissolution de la société, de faillite ou de liquidation judiciaire, de cession ou de cessation de l'entreprise.

Art. 18. — Tous avis et communications échangés entre les agents de l'administration ou adressés par eux aux contribuables et concernant la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre doivent être transmis sous enveloppe fermée. Les franchises postales et les taux spéciaux d'affranchissement reconnus nécessaires seront fixés comme en matière d'impôt général sur le revenu. Est tenue au secret professionnel dans les termes de l'article 378 du code pénal, et passible des peines prévues audit article, toute personne appelée, à l'occasion de ses fonctions ou attributions, à intervenir dans l'établissement, la perception ou le contentieux de l'impôt.

Art. 19. — Les contribuables ne sont autorisés à se faire délivrer des extraits des rôles de la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre, suivant les dispositions législatives ou réglementaires applicables aux contributions directes, qu'en ce qui concerne leurs propres cotisations.

Art. 20. — Tout contribuable qui, en employant des manœuvres frauduleuses pour se soustraire en totalité ou en partie à l'établissement de la taxe, aura, par l'emploi de l'une de ces manœuvres, dissimulé ou tenté de dissimuler ses bénéfices, sera puni d'un emprisonnement de trois mois à deux ans et d'une amende de 500 fr à 10 0000 fr ou de l'une de ces deux peines seulement. L'article 463 du Code pénal sera applicable aux infractions prévues par la présente loi.

Art. 21. — Les dispositions de l'article 1167 du Code civil sont applicables aux actes faits par le contribuable en fraude des droits de l'État depuis le 13 janvier 1916.

TITRE II.

Mesures fiscales relatives a la législation des patentes.

Art. 22. — Pour l'application des droits de patente auxquels est soumise la profession de fournisseur, il est fait état de toutes ventes d'objets ou marchandises quelconques, consenties aux administrations publiques ou aux établissements publics, même si ces ventes sont effectuées sans adjudication ni marché préalable. Les fabricants qui fournissent aux administrations publiques ou aux établissements publics dans les conditions ci-dessus indiquées des objets ou marchandises provenant de leur fabrication sont imposables au droit fixe de patente, soit d'après le tarif afférent à leurs opérations industrielles, soit d'après le tarif prévu pour la profession de fournisseur, à raison de 25 centimes par 100 fr ou fraction de 100 fr du montant annuel de leurs fournitures, suivant que l'un ou l'autre mode de taxation donne le chiffre le plus élevé. La taxe calculée d'après le montant des fournitures peut être valablement établie par voie d'imposition supplémentaire, sous déduction du droit fixe antérieurement imposé.

Art. 23. — Les droits de patente applicables à raison des fournitures faites aux administrations publiques ou aux établissements publics pendant la période comprise entre le 1er août 1914 et le jour de la cessation des hostilités pourront être valablement imposés jusque dans la deuxième année qui suivra celle de cette cessation. Ces droits seront réglés conformément à la législation existante, telle qu'elle est complétée et modifiée par l'article précédent. Les droits de patente prévus pour la profession de fournisseur seront, dans les mêmes conditions, appliqués aux maîtres ouvriers des corps de troupe à raison des fournitures faites par eux à l'administration militaire pendant la période susvisée.

(*Journal officiel*, 2 juillet 1916.)

Décret relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères; du Garde des Sceaux, Ministre de la Justice; du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes; du Ministre de l'Intérieur; du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale;

Vu la loi du 5 août 1914;

Vu les décrets des 14 août, 1er, 27 septembre, 27 octobre, 17 décembre 1914, 7 janvier, 13 février, 20 mars, 17 juin, 14 septembre, 28 décembre 1915 et 28 mars 1916, relatifs à la prorogation des délais en matière de loyers;

Vu le décret du 14 octobre, portant application des décrets des 14 août, 1er et 27 septembre 1914 à l'Algérie;

Vu les décrets des 8 et 16 octobre 1914, étendant aux Alsaciens-Lorrains, aux Polonais et aux Tchèques ayant obtenu un permis de séjour en France le bénéfice des décrets;

Le Conseil des Ministres entendu,

Décrète.

Article premier. — Il est accordé de plein droit, dans tous les



départements, aux locataires présents sous les drapeaux, pour le payement des termes de leur loyer qui, soit par leur échéance normale, soit par leur échéance prorogée par les décrets des 14 août, 1er et 27 septembre, 27 octobre, 17 décembre 1914, 20 mars, 17 juin, 14 septembre, 28 décembre 1915 et 28 mars 1916, deviennent exigibles à dater du 1er juillet jusqu'au 30 septembre 1916 inclusivement, un délai qui expirera le 1er octobre 1916.

Ces dispositions sont applicables aux veuves des militaires morts sous les drapeaux depuis le 1er août 1914, aux femmes des militaires disparus depuis la même date ou aux membres de leur famille qui habitaient antérieurement avec eux les lieux loués, ainsi qu'aux militaires réformés à la suite de blessures ou de maladies contractées à la guerre pendant les six mois qui suivent la date de la réforme.

Les locataires appelés sous les drapeaux et qui par la suite auraient été placés en sursis d'appel ou renvoyés dans leurs foyers conserveront dans tous les cas le bénéfice des prorogations qui leur ont été accordées pour les termes courus pendant la période correspondant à leur présence effective sous les drapeaux.

En cas de décès du locataire après sa mise en sursis d'appel ou son renvoi dans ses foyers, sa veuve ou ses héritiers en ligne directe jouiront dans les mêmes limites du bénéfice de la prorogation.

Sont également admises au bénéfice des dispositions prévues au premier alinéa du présent article les sociétés en nom collectif dont tous les associés et les sociétés en commandite dont tous les gérants sont présents sous les drapeaux.

Art. 2. — Il est accordé aux locataires non présents sous les drapeaux un délai de même durée que celui prévu à l'article 1er et pour le payement des mêmes termes, à la condition qu'ils rentrent dans les catégories ci-après :

1° Dans les portions de territoire énumérées au tableau annexé au présent décret, tous les locataires, quel que soit le montant de leur loyer;

2° A Paris, dans les communes du département de la Seine et dans les communes de Saint-Cloud, Sèvres et Meudon (Seine-et-Oise), les locataires dont les loyers annuels rentrent dans les catégories suivantes :

a. Loyers annuels inférieurs ou égaux à 1000 fr, que les locataires soient patentés ou non patentés;

b. Loyers annuels supérieurs à 1000 fr, mais ne dépassant pas 2500 fr, lorsque les locataires sont des industriels, commerçants ou autres patentés.

3° Dans les villes de 100 000 habitants et au-dessus, les locataires dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 600 fr;

4° Dans les villes de moins de 100 000 habitants et de plus de 5000 habitants, les locataires dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 300 fr;

5° Dans les autres communes, les locataires dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 100 fr.

Toutefois, le propriétaire est admis à justifier devant le juge de paix que son locataire est en état de payer tout ou partie des termes ainsi prorogés. Cette faculté ainsi accordée aux propriétaires n'est pas admise à l'encontre des locataires visés par le n° 2 du présent article dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 600 fr, à moins qu'il ne s'agisse de locataires dont les traitements ou appointements fixes sont, au jour de la réclamation, y compris toutes indemnités, égaux ou supérieurs à 3000 fr par an.

Art. 3. — En ce qui concerne les locataires non présents sous les drapeaux et ne rentrant dans aucune des catégories visées à l'article 2 ci-dessus, mais admis par les décrets antérieurs à bénéficier de des prorogations de délai, savoir :

1° Les commerçants, industriels et autres patentés, ainsi que les non patentés, locataires dans les territoires énumérés dans la liste annexée au décret du 1er septembre 1914, mais ne figurant plus dans celle annexée au présent décret;

2° Les commerçants, industriels et autres patentés, locataires dans les territoires autres que ceux figurant dans la liste annexée au décret du 1er septembre 1914, le payement des loyers est réglé de la façon suivante :

a. Pour les termes venant à échéance entre le 1er juillet et le 30 septembre 1916 inclusivement, une prorogation jusqu'au 1er octobre 1916 est accordée, sous réserve par le locataire de faire une déclaration qu'il est hors d'état de payer tout ou partie desdits termes.

Cette déclaration est faite au greffe de la justice de paix où elle est consignée sur un registre et il en est délivré récipissé.

Elle doit être effectuée au plus tard la veille du jour où le payement doit avoir lieu. Le propriétaire en est avisé par les soins du greffier au moyen d'une lettre recommandée avec avis de réception.

Au cas où le propriétaire veut contester cette déclaration, il cite le locataire devant le juge de paix. Le locataire doit présenter toutes preuves à l'appui de sa déclaration.

b. Pour les termes échus qui, ayant bénéficié de prorogations, deviendront exigibles entre le 1er juillet et le 30 septembre 1916 inclusivement, il est accordé une prorogation jusqu'au 1er octobre 1916.

Toutefois, le propriétaire est admis à justifier que son locataire est en état de payer tout ou partie des termes ainsi prorogés.

Art. 4. — En ce qui concerne les locataires visés aux articles 1, 2 et 3 ci-dessus, les congés, les baux prenant fin sans congé, ainsi que les nouvelles locations sont régis par les dispositions suivantes :

1° Est suspendu jusqu'au 1er octobre 1916 sous les conditions et réserves déterminées par l'article 3 du décret du 27 septembre 1914, l'effet des congés qui, normalement, ou par suite de prorogations résultant des décrets antérieurs, se produira entre le 1er juillet et le 30 septembre 1916 inclusivement;

2° Sont prorogés jusqu'au 1er octobre 1916 les baux prenant fin sans congé qui, normalement, ou par suite de prorogations résultant des décrets antérieurs, viendront à expiration entre le 1er juillet et le 30 septembre 1916 inclusivement, à charge pour le locataire de prévenir le propriétaire au moins un mois à l'avance par lettre recommandée avec avis de réception.

Si le locataire est présent sous les drapeaux, la prorogation est accordée sous les conditions et réserves déterminées par l'article 3 du décret du 27 septembre 1914;

3° Si les locaux ayant fait l'objet des suspensions de congé ou des prorogations de bail visées aux nos 1 et 2 ci-dessus sont ou demeurent reloués au profit d'un tiers, le point de départ de cette relocation est ajourné jusqu'au 1er octobre 1916, sauf accord contraire entre les parties;

4° Lorsqu'un locataire a conclu une nouvelle location et s'il jouit, pour son ancienne location, de la suspension de congé ou de la prorogation prévue par les nos 1 et 2 ci-dessus, il ne peut être astreint au payement de la nouvelle location tant que l'entrée en jouissance n'a pas lieu.

Toutefois, le propriétaire a la faculté de demander au juge de paix la résiliation de la nouvelle location.

Art. 5. — En cas de mort sous les drapeaux d'un locataire, ses héritiers ou ayants droit peuvent, si le contrat contient une clause de résiliation en cas de décès ou ne stipule pas expressément la continuation du bail en cas de décès, être autorisés, par le juge de paix, à défaut d'accord avec le propriétaire, à sortir des lieux loués sans avoir à acquitter préalablement les termes et, le cas échéant, les indemnités dues en vertu du contrat ou de l'usage des lieux. Ce magistrat fixe, dans sa sentence, les délais accordés pour le payement des sommes ainsi dues au propriétaire.

Art. 6. — En cas de loyer payable d'avance, le locataire, à défaut de payement à l'époque fixée par le bail ou par l'usage des lieux, ne peut être cité par le propriétaire devant le juge de paix, comme il est dit aux articles ci-dessus, qu'après que les termes sont échus.

Si le locataire a versé au propriétaire, au début de la location, les derniers termes à échoir, il ne peut, jusqu'à concurrence des sommes ainsi payées d'avance, être cité à raison des termes échus.



Les dispositions du présent article sont applicables seulement dans les portions de territoire énumérées au tableau annexé au décret du 1er septembre 1914.

ART. 7. — Les règles établies par les articles précédents s'appliquent, sous les mêmes conditions et réserves, aux locataires en garni.

ART. 8. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont de la compétence du juge de paix du canton où est situé l'immeuble loué et sont régies par les dispositions de l'article 6 du décret du 1er septembre 1914.

Ce magistrat entend les parties en son cabinet. A défaut de conciliation, il renvoie l'affaire en audience publique pour le prononcé de la sentence.

En cas de refus des délais demandés par le locataire, si, à raison du prix annuel de la location dépassant 600 fr, le juge de paix n'est pas compétent, d'après la loi du 12 juillet 1905, pour connaître de l'action en payement des loyers, il renvoie le propriétaire à se pourvoir pour ce payement par les voies de droit.

ART. 9. — Sont admis à bénéficier du présent décret :

1° Les ressortissants des pays alliés et neutres;

2° Les Alsaciens-Lorrains, les Polonais et les Tchèques, sujets des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie, qui ont obtenu un permis de séjour en France.

ART. 10. — Les dispositions du présent décret sont applicables à l'Algérie.

ART. 11. — Sont maintenues les dispositions des décrets antérieurs relatifs à la prorogation des délais en matière de loyers en ce qu'elles ne sont pas contraires au présent décret.

ART. 12. — Le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères; le Garde des Sceaux, Ministre de la Justice; les Ministres du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de l'Intérieur, du Travail et de la Prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 28 juin 1916.

R. POINCARÉ.

ANNEXES.

Tableau dressé en exécution de l'article 2 du décret du 28 mars 1916. — Aisne, Ardennes, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Nord, Oise (arrondissements de Compiègne et de Senlis), Pas-de-Calais (arrondissements d'Arras, Béthune et Saint-Pol), Seine-et-Marne (arrondissements de Coulommiers, Meaux, Melun et Provins), Somme (arrondissement d'Amiens, Doullens, Montdidier et Péronne), Territoire de Belfort, Vosges (arrondissements d'Épinal et de Saint-Dié).

Liste des départements dressée en conformité de l'article 1er du décret du 1er septembre 1914 relatif à la prorogation des loyers. — Aisne, Ardennes, Aube, Doubs, Eure, Haute-Marne, Haute-Saône, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Seine, Seine-et-Marne, Seine-Inférieure, Seine-et-Oise, Somme, Vosges, Territoire de Belfort.

(*Journal officiel*, 30 juin 1916.)

COMMISSION CENTRALE DE TAXATION DES CHARBONS ET DES FRETS.

Rapport au Ministre suivi d'un arrêté et d'un tableau fixant les prix maxima pour la vente des charbons à l'importation.

Paris, le 28 juin 1916.

Monsieur le Ministre,

J'ai l'honneur de vous soumettre le troisième tableau de prix maxima pour la vente des charbons à l'importation, dressé par la commission centrale de taxation instituée par vous.

La commission estime que le moment est venu où les prix maxima établis en Angleterre depuis le 1er juin 1916, d'une part, pour la vente des charbons à destination de la France, d'autre part, pour le fret maritime, doivent être pris pour base de la taxation en France. Sans doute, dans le stock détenu par les marchands et même dans les arrivages actuels, il y a encore des charbons achetés ou transportés sous le régime antérieur. Mais déjà leur proportion diminue notablement. Comme, d'autre part, beaucoup de ventes sont faites bien avant l'arrivée au port des marchandises à livrer, il est certain que la plupart des contrats conclus après le 1er juillet porteront sur des charbons ayant bénéficié de la baisse des prix due à l'ensemble des mesures prises en France et en Angleterre.

Il résulte d'ailleurs des renseignements recueillis par la commission que l'état d'incertitude, inévitable pendant la période transitoire, ne saurait se prolonger sans amener une dangereuse stagnation du marché, par suite de la tendance des acheteurs à attendre la réalisation complète de la baisse prévue.

Il est donc urgent de faire connaître les prix répondant dans les ports français aux prix stabilisés en Angleterre par la limitation en vigueur depuis le 1er juin. Sans doute, celle-ci peut être remaniée; elle ne constitue qu'un maximum au-dessous duquel on peut espérer que les cours descendront; enfin, les frais qui s'ajoutent au coût du charbon dans le port anglais et au fret sont variables. Néanmoins, l'amplitude des oscillations qui pourront se produire, dans un délai rapproché, restera probablement bien inférieure aux mouvements de prix antérieurs.

La commission a pensé que, dans le premier arrêté basé sur les prix fixés en Angleterre, il convenait de prendre pour ordre, presque sans modification, la liste des ports et les catégories de charbons auxquels ceux-ci s'appliquent. Dans les deux premiers tableaux déjà publiés, des prix maxima avaient été insérés pour les ports de la Méditerranée. La commission a dû reconnaître que l'amplitude des écarts qui se produisent dans les frets auxquels ne s'appliquent pas jusqu'ici les arrangements pris en Angleterre, ne permet pas de fixer, d'après les constatations du passé, des prix en rapport avec la situation future du marché. Elle vous propose donc de suspendre toute taxation pour cette région, en attendant le moment, sans doute prochain, où le régime des transports de charbons anglais par mer y sera le même que pour les ports de la Manche et de l'Océan.

Les prix qu'elle vous soumet, pour les autres ports, résultent de l'addition des diverses dépenses qui s'ajoutent, en France, ou en Angleterre, au prix de vente f. o. b. et au fret, évalués en francs d'après le change moyen : droits de douane et de port, assurances, manutention, valeur des manquants, commissions, frais généraux, bénéfices des négociants. Il a été tenu compte, autant qu'il est possible, d'une part des majorations résultant, pour chaque port, de la proportion des grands ou des petits navires, comportant des frets différents, ou de celle des voiliers auxquels ne s'appliquent pas les accords relatifs aux frets; d'autre part, de l'importance relative des charbons transbordés directement en wagons ou en péniche et de ceux qui sont mis en stock, puis repris pour être expédiés. L'élément le plus difficile à faire entrer dans les appréciations est le coût des surestaries, qui varient énormément d'une semaine à l'autre et même d'un navire à un autre au même moment. La commission a fait une évaluation moyenne, d'après les renseignements dont elle dispose, et s'efforcera de les compléter pour faire les rectifications de détail nécessaires.

Son attention a été appelée sur les difficultés soulevées par la vente des charbons importés, à l'intérieur du territoire. La loi du 22 avril 1916 ne prévoit certainement aucune taxation de la vente au détail. Mais, dans la fixation des prix de vente à l'importation pour chaque centre, on ne saurait sans iniquité faire une distinction entre le cas où la livraison se fait au port et celui où elle se fait dans la localité où l'acheteur doit soit consommer le charbon, soit le revendre aux consommateurs. D'autre part, si l'intervention d'un intermédiaire pour la vente en gros suffisait pour échapper à la taxation, celle-ci serait illusoire. Le principe de la taxation conduit donc à limiter aussi les bénéfices de ces intermédiaires, quand ils ne sont pas des organes de répartition contrôlés par l'administration. On est ainsi entraîné nécessairement à prévoir, dans l'arrêté de taxation, la vente des charbons importés, soit par l'importateur,

DÉSIGNATION		DUNKERQUE	CALAIS	BOULOGNE	LE TRÉPORT et Saint-Valery-sur-Somme	DIEPPE et Saint-Valery-en-Caux	FÉCAMP	LE HAVRE	ROUEN et Duclair	HONFLEUR
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Pays de Galles :	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Anthracite 3 à 8 °/₀ de matières volatiles...	Gros criblé mine (large coal)	94 »	93 »	91 »	88,50	90 »	89 »	87,50	88 »	87 »
	Menus gailleteux (rubly culm)...............	80 »	79 »	77,50	75 »	76,50	75,50	74 »	74,50	73,50
Quart gras et 1/2 gras 9 à 18 °/₀ de matières vol., genre Cardiff ou Swansea............	Gros criblé mine (large coal)...............	94 »	93 »	91 »	88,50	90 »	89 »	87,50	88 »	87 »
	Tout-venant à 50 °/₀ de gros à l'embarquement.	87 »	86 »	84 »	81,50	83 »	82 »	80,50	81 »	80 »
	Noisettes lavées (washed nuts)...............	94 »	93 »	91 »	88,50	90 »	89 »	87,50	88 »	87 »
	Braisettes lavées (washed beans)..............	91,50	90,50	88,50	86,50	88 »	87 »	85,50	86 »	85 »
Gras 19 à 28 °/₀ de mat. vol., genre Newport.	Grains lavés (washed peas)..................	90 »	89 »	87,50	85 »	86,50	85,50	84 »	84,50	83,50
	Menus (small coal)...........................	80 »	79 »	77,50	75 »	76,50	75,50	74 »	74,50	73,50
	Durham :									
Durham à gaz et à coke.	Toutes qualités de petit tout-venant Durham et menus à coke..........................	89 »	88 »	86 »	86,50	87,50	87 »	85,50	86 »	85,50
	Autres menus Durham..........................	82 »	81 »	79 »	79,50	80,50	80 »	78,50	79 »	78,50
	Tout-venant à gaz et industriel, y compris noisettes Durham..................................	90 »	89 »	87 »	87,50	88,50	88 »	87 »	87 »	86,50
	Gros criblé Durham pour vapeur et foyer domestique..	96 »	95 »	93 »	93,50	94,50	94 »	93 »	93 »	92,50
	Northumberland :									
Gras flambant........	Gros criblé mine et noisettes (nuts)..........	96 »	95 »	93 »	93,50	94,50	94 »	92,50	93 »	92,50
	Tout-venant à gaz et à coke..................	89 »	88 »	86 »	86,50	87,50	87 »	86 »	86 »	85,50
	Menus (small coal)...........................	82 »	81 »	79 »	79,50	80,50	80 »	78,50	79 »	78,50
	Yorkshire et Midlands :									
Gras flambant........	Criblé à vapeur (South-Yorks, Notts, Derby et similaires)................................	96 »	95 »	93 »	93,50	94,50	94 »	92,50	93 »	92,50
	Criblé West Yorkshire, Hartley's.............	93 »	92 »	90 »	88 »	89,50	88,50	87 »	87,50	86 »
	Charbon à gaz (grosse composition)...........	90 »	89 »	87 »	87,50	88,50	88 »	87 »	87 »	86,50
	Tout venant à gaz............................	89 »	88 »	86 »	86,50	87,50	87 »	86 »	86 »	85,50
	Noisettes (nuts).............................	87 »	86 »	84 »	84,50	85,50	85 »	84 »	84 »	83,50
	Menus (slack)................................	82 »	81 »	79 »	79,50	80,50	80 »	78,50	79 »	78,50
	Écosse :									
Sec flambant..........	Criblés (Splint, Hartley, Navigation).........	99 »	98,50	96,50	95 »	96 »	95,50	93,50	94 »	93,50
	Tout-venant Navigation.......................	96,50	96 »	94 »	92,50	93,50	93 »	91 »	91,50	91 »
	Criblés. Best Ell..........................	96 »	95,50	94 »	92 »	93 »	92,50	90,50	91 »	90,50
	Criblés. Best Fifeshire....................	96 »	95 »	93 »	93,50	94,50	94 »	92,50	93 »	92 »
	Criblés. Best Lothians......................	96 »	95 »	93 »	93,50	94,50	94 »	92,50	93 »	92 »
	Criblés. Best Ayrshire......................	96 »	95,50	94 »	92 »	93 »	92,50	90,50	91 »	90,50
	Noisettes 30/70 (washed trebles).............	89 »	88,50	86,50	85 »	86 »	85,50	83,50	84 »	83,50
	Braisettes 15/35 (washed doubles)............	87,50	87 »	85 »	83,50	84,50	84 »	82 »	82,50	82 »
	Grains 10/15 (washed singles)................	86 »	85,50	83,50	82 »	83 »	82,50	80,50	81 »	80,50
	Petits grains 5/12 (washed pearls)...........	82 »	81,50	79,50	78 »	79 »	78,50	76,50	77 »	76,50
Anthracite............	Gailletins (round coal)......................	96 »	95,50	94 »	92 »	93 »	92,50	90,50	91 »	90,50
	Noisettes (Jumbo trebles and doubles).......	96 »	95,50	94 »	92 »	93 »	92,50	90,50	91 »	90,50
	Grains (singles).............................	91,50	91,50	89,50	88 »	88,50	88,50	86,50	86,50	86 »
	Petits grains (pearls).......................	85 »	85 »	83 »	81,50	82 »	82 »	80 »	80 »	79,50

soit par un négociant, en un point autre que le port d'importation.

Les conditions actuelles des transports permettent à l'administration de contrôler les déclarations qui devraient être faites sur la provenance des charbons vendus. En appliquant la taxation à tous les charbons livrés sur péniche ou sur wagon, et à ceux-là seulement, on détermine la limite entre la vente à l'importation, comprenant surtout le gros, et le commerce intérieur, aboutissant au détail d'une manière qui nous a paru plus conforme à la réalité que la distinction résultant uniquement du fait que la livraison se fait au port ou à l'intérieur du pays.

Pour les ventes portant sur le produit de mélanges ou de triages de charbons d'une même origine, l'article 2 de l'arrêté ci-joint permettra d'établir les prix maxima avec une approximation suffisante. La vente des produits complètement transformés ou provenant du mélange de charbons d'origine diverse constitue un acte de commerce intérieur, qui n'est naturellement plus soumis à des dispositions concernant uniquement la vente à l'importation.

Des modifications nouvelles devront être apportées aux dispositions ainsi arrêtées, quand l'expérience en révélera la nécessité. En tout cas, nous avons tout lieu d'espérer qu'elles ne comportent pas l'éventualité de changements assez profonds pour que leur attente retarde les transactions dont la continuité est la condition essentielle de la régularité de la vie économique du pays.



TROUVILLE	CAEN et ports de Dives à Isigny.	CHERBOURG	GRANVILLE	SAINT-MALO et Saint-Servan.	SAINT-BRIEUC et ports de Paimpol à Tréguier.	BREST, MORLAIX et ports de Lannion à Penmarch.	LORIENT et ports de Guilvinec à l'embouchure de la Vilaine.	SAINT-NAZAIRE	NANTES et ports d'Indret à Paimbœuf.	LES SABLES-D'OLONNE et Saint-Gilles-sur-Vie.	LA ROCHELLE La Pallice et ports de l'Aiguillon-sur-Mer à Marans.	ROCHEFORT	TONNAY-CHARENTE	MORTAGNE-sur-Gironde, Blaye et Pauillac.	BORDEAUX et Arcachon.	BAYONNE
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
87,50	86,50	87 »	87,50	84 »	88,50	85,50	94,50	96 »	96 »	94,50	94 »	94,50	94,50	94,50	103 »	104,50
74 »	73 »	73,50	74 »	70,50	74,50	72 »	81 »	82,50	82,50	81 »	80,50	81 »	81 »	81 »	89,50	91 »
87,50	86,50	87 »	87,50	84 »	88,50	85,50	94,50	96 »	96 »	94,50	94 »	94,50	94,50	94,50	103 »	104,50
80,50	79,50	80 »	80,50	77 »	81,50	78,50	87,50	89 »	89 »	87,50	87 »	87,50	87,50	87,50	96 »	97,50
87,50	86,50	87 »	87,50	84 »	88,50	85,50	94,50	96 »	96 »	94,50	94 »	94,50	94,50	94,50	103 »	104,50
85,50	84,50	85 »	85,50	82 »	86 »	83,50	92,50	94 »	94 »	92,50	92 »	92,50	92,50	92,50	101 »	102,50
84 »	83 »	83,50	84 »	80,50	84,50	82 »	91 »	92,50	92,50	91 »	90,50	91 »	91 »	91 »	99,50	101 »
74 »	73 »	73,50	74 »	70,50	74,50	72 »	81 »	82,50	82,50	81 »	80,50	81 »	81 »	81 »	89,50	91 »
86 »	85 »	85 »	86 »	85,50	87,50	87 »	97 »	98 »	98 »	97 »	96 »	97 »	97 »	97 »	105,50	107,50
79 »	78 »	78 »	79 »	78,50	80,50	80 »	90 »	91 »	91 »	90 »	89 »	90 »	90 »	90 »	98,50	100,50
87 »	86 »	86 »	87 »	86,50	88,50	88 »	98 »	99 »	99 »	98 »	97 »	98 »	98 »	98 »	106,50	108,50
93 »	92 »	92 »	93 »	92,50	94,50	94 »	104 »	105 »	105 »	104 »	103 »	104 »	104 »	104 »	112,50	114,50
93 »	92 »	92 »	93 »	92,50	94,50	94 »	104 »	105 »	105 »	104 »	103 »	104 »	104 »	104 »	112,50	114,50
86 »	85 »	85 »	86 »	85,50	87,50	87 »	97 »	98 »	98 »	97 »	96 »	97 »	97 »	97 »	105,50	107,50
79	78 »	78 »	79 »	78,50	80,50	80 »	90 »	91 »	91 »	90 »	89 »	90 »	90 »	90 »	98,50	100,50
93 »	92 »	92 »	93 »	92,50	94,50	94 »	104 »	105 »	105 »	104 »	103 »	104 »	104 »	104 »	112,50	114,50
86,50	85,50	86,50	86,50	84,50	87,50	85 »	92,50	94 »	94 »	92,50	92 »	92,50	92,50	92,50	101 »	102,50
87 »	86 »	86 »	87 »	86,50	88,50	88 »	98 »	99 »	99 »	98 »	97 »	98 »	98 »	98 »	106,50	108,50
86 »	85 »	85 »	86 »	85,50	87,50	87 »	97 »	98 »	98 »	97 »	96 »	97 »	97 »	97 »	105,50	107,50
84 »	83 »	83 »	84 »	83,50	85,50	85 »	95 »	96 »	96 »	95 »	94 »	95 »	95 »	95 »	103,50	105,50
79 »	78 »	78 »	79 »	78,50	80,50	80 »	90 »	91 »	91 »	90 »	89 »	90 »	90 »	90 »	98,50	100,50
94 »	93 »	93,50	94 »	92 »	94 »	92 »	99 »	100,50	100,50	99 »	98,50	99 »	99 »	99 »	107,50	109 »
91,50	90,50	91 »	91,50	89,50	91,50	89,50	96,50	98 »	98 »	96,50	96 »	96,50	96,50	96,50	105 »	106,50
91 »	90 »	90,50	91 »	89 »	91 »	89 »	96 »	97,50	97,50	96 »	95,50	96 »	96 »	96 »	104,50	106 »
92,50	91,50	92 »	92,50	92,50	94,50	94 »	104 »	105 »	105 »	104 »	103 »	104 »	104 »	104 »	114,50	116 »
92,50	91,50	92 »	92,50	92,50	94,50	94 »	104 »	105 »	105 »	104 »	103 »	104 »	104 »	104 »	114,50	116 »
91 »	90 »	90,50	91 »	89 »	91 »	89 »	96 »	97,50	97,50	96 »	95,50	96 »	96 »	96 »	104,50	106 »
84 »	83 »	83,50	84 »	82 »	84 »	82 »	89 »	90,50	90,50	89 »	88,50	89 »	89 »	89 »	97,50	99 »
81,50	81,50	82 »	82,50	80,50	82,50	80,50	87,50	89 »	89 »	87,50	87 »	87,50	87,50	87,50	96 »	97,50
81 »	80 »	80,50	81 »	79 »	81 »	79 »	86 »	87,50	87,50	86 »	85,50	86 »	86 »	86 »	94,50	96 »
77 »	76 »	76,50	77 »	75 »	77 »	75 »	82 »	83,50	83,50	82 »	81,50	82 »	82 »	82 »	90,50	92 »
91 »	90 »	90,50	91 »	89 »	91 »	89 »	96 »	97,50	97,50	96 »	95,50	96 »	96 »	96 »	104,50	106 »
91 »	90 »	90,50	91 »	89 »	91 »	89 »	96 »	97,50	93,50	96 »	95,50	96 »	96 »	96 »	104,50	106 »
86,50	85,50	86,50	86,50	84,50	87 »	85 »	92 »	93 »	93 »	92 »	91 »	92 »	92 »	92 »	100,50	102 »
80 »	79 »	80 »	80 »	78 »	80,50	78,50	85,50	86,50	86,50	85,50	84,50	85,50	85,50	85,50	94 »	95,50

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Président de la Commission,

Colson.

Le Ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 22 avril 1916 et notamment ses articles 1 et 2 ainsi conçus :

« Article premier. — Des arrêtés du Ministre des Travaux publics pourront fixer, pour les charbons extraits des mines françaises, les prix de vente maxima au carreau des mines, un prix distinct étant établi pour chaque qualité et pour chaque bassin houiller.

» Art. 2. — Les mêmes arrêtés pourront fixer pour chaque centre d'importation les prix de vente maxima des charbons à l'importation

» En cas de recours contre ces arrêtés ou contre ceux fixés par l'article 1er, la taxation sera exécutoire par provision »;

Sur la proposition du directeur des mines,

Arrête :

Article premier. — A partir du 1er juillet 1916, les prix de



vente maxima des charbons par les importateurs sont fixés conformément au tableau ci-joint.

Sont licites les contrats de vente à livraison échelonnée ou différée, qui, au lieu de fixer définitivement le prix de vente, se réfèrent pour sa détermination au maximum qui sera en vigueur lors de la livraison.

Toute taxation est abrogée provisoirement pour les ports de la Méditerranée.

Art. 2. — Les prix du tableau se rapportent à la première qualité de chaque catégorie.

Pour les qualités inférieures, ou pour les catégories non dénommées, les prix maxima seront déduits de ceux qui figurent au tableau pour la première qualité ou pour les catégories les plus voisines, avec les écarts répondant aux usages du commerce.

Art. 3. — Les prix du tableau se rapportent aux combustibles sur wagon à quai ou sur péniche au port d'importation.

Ils sont nets de tous frais de vente et comprennent notamment la rémunération des représentants et agents commissionnaires.

Art. 4. — Les prix de vente des charbons à l'importation, sur wagon à quai ou sur péniche en un point quelconque du territoire français, ne peuvent dépasser les maxima ci-après :

a. Si la vente est faite par l'importateur ou par son représentant ou agent commissionnaire, le prix du tableau augmenté des frais de transport et de réexpédition dûment justifiés;

b. Si la vente est faite par tout autre négociant, le prix du tableau augmenté des frais de transport et de réexpédition dûment justifiés, avec addition supplémentaire d'une somme de 3 fr par tonne.

Art. 5. — Tout contrat ou toute facture concernant la vente de charbons soumis aux dispositions du présent arrêté doit indiquer le port français d'importation.

Cette disposition n'est pas applicable aux charbons cédés par un des groupements ou des services chargés, sous le contrôle de l'administration, d'assurer le ravitaillement du pays en combustibles.

Art. 6. — Le présent arrêté sera inséré au *Journal officiel*.

Paris, le 29 juin 1916.

M. Sembat.

(*Journal officiel*, 30 juin 1916.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Gaz et Électricité de Valence. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 13 décembre 1915, nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 31 mars 1915.

Actif.

	fr
Concession	1 »
Frais de constitution	1 »
Frais de premier établissement	1 »
Actionnaires	125 000 »
Dépenses installations gaz	315 189,51
Canalisations spéciales gaz	2 722,50
Dépenses installations électricité	489 965,40
Canalisations spéciales électricité	2 269,25
Matériel et outillage	1 »
Mobilier	1 »
Chevaux et voitures	1 »
Charbons et sous-produits	34 755,27
Marchandises en magasin	26 806,18
Matériel en location	150 683,52
Caisses et banques et Bons de la Défense nationale	75 433,37
Abonnés et débiteurs divers	90 105,63
Débiteurs par annuité	4 399,95
Impôt sur le revenu et droits de transmission	1 847,67
Total	1 319 184,34

Passif.

	fr
Capital : 2000 actions de priorité de 250 fr chacune	500 000 »
2000 actions ordinaires de 250 fr chacune	500 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	205 274,49
Réserve légale	3 147,20
Fonds de réserve extraordinaire	31 331,70
Fonds d'amortissement du capital	33 333,35
Coupons actions restant à payer	3 099,60
Profits et Pertes reportés	4 588,55
Profits et Pertes de l'exercice	38 409,45
Total	1 319 184,34

Compte de Profits et Pertes.

Débit.

Frais généraux	8 555,57
Frais d'exploitation	506 615,35
Redevance à la ville de Valence	60 000 »
Contributions et impôts	10 285,60
	585 486,52
Balance pour bénéfices	38 409,45
Total	623 865,97

Crédit.

Recettes gaz (vente gaz et locations)	316 234,89
Recettes électricité (vente courant, participation Vercors et locations)	157 840,21
Vente de sous-produits	122 361,97
Ventes industrielles et recettes diverses	26 836,17
Intérêts en banques	592,73
Total	623 865,97

L'Assemblée générale a approuvé dans toutes leurs parties le rapport du Conseil d'administration, ainsi que les comptes de l'exercice clos le 31 mars 1915, tels qu'ils ont été présentés et détaillés.

L'Assemblée générale a décidé de répartir comme suit le solde créditeur du compte de profits et Pertes de l'exercice 1914-1915, soit		38 409,45
Réserve légale	1 920,45	
Fonds d'amortissement du capital	33 333,35	35 253,80
Reste		3 155,65
auquel s'ajoutent les Profits et Pertes reportés		4 588,55
Total		7 744,20

qui seront reportés à nouveau.

INFORMATIONS DIVERSES.

Chauffage d'une école par l'électricité. — Dans son numéro du 2 juin, *The Electrician* signale, page 283, une importante installation de chauffage électrique réalisée dans une école, installation destinée à chauffer un volume d'air de 20 000 m³ et dont les radiateurs sont capables d'absorber 752 kw. Le courant arrive à l'établissement sous la tension de 2200 volts, laquelle est réduite à 440 volts pour le chauffage à pleine charge et à 220 volts lorsque la charge est réduite. L'air est chauffé à 60° par des grils à contrôle automatique de la température; il est alors lavé et humidifié, puis réchauffé par une seconde batterie de grils; des thermostats placés dans chaque pièce assurent une température constante. L'installation occupe un espace relativement faible et l'on compte que sa durée sera de 5 à 8 fois celle d'une installation à vapeur; quant aux dépenses de main-d'œuvre elles sont à peu près négligeables.

Tome XXVI. N° 303. — 4 août 1916.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Jusqu'ici la puissance industrielle d'une nation ne dépendait guère que de la richesse de son sol en combustibles minéraux. L'électricité, en permettant d'utiliser l'énergie des chutes d'eau, la fait aujourd'hui dépendre d'un autre facteur : la richesse du pays en force motrice hydraulique. Et comme l'énergie chimique accumulée par les siècles dans les combustibles ne se régénère pas, alors que la force motrice hydraulique est sans cesse renouvelée, le second facteur ne manquera pas de prendre dans un avenir peu éloigné une prépondérance considérable et de modifier la géographie économique du globe terrestre.

Il est donc naturel que les gouvernements fassent le recensement aussi exact que possible de leurs richesses hydrauliques. On sait que ce recensement est effectué en France depuis une dizaine d'années et que les résultats approximatifs déjà obtenus placent notre pays à un rang honorable parmi les contrées d'Europe. Ces richesses commencent d'ailleurs à être exploitées d'une manière logique et la guerre actuelle, par la hausse fantastique qu'elle a fait subir au charbon, a donné une nouvelle impulsion à cette exploitation.

Mais si riches que soient certains pays européens en force motrice hydraulique, leur richesse est loin d'atteindre celle du Canada. C'est par dizaines de millions de chevaux que se chiffre la puissance hydraulique de cette vaste dépendance de l'Empire britannique et déjà près de 2 millions de chevaux y sont utilisés à l'industrie.

L'article que consacre M. J. VICHNIAK aux **Forces hydrauliques du Canada** (pages 67 à 78) montrera, d'après les études officielles du Water Power Branch, comment ces forces motrices sont réparties dans les différentes provinces et quelles utilisations peuvent être dès maintenant prévues.

Mais si la force motrice hydraulique est inépuisable, la machinerie hydraulique qui concourt à sa transformation en énergie électrique n'est pas inusable et son usure est parfois si rapide que le prix de revient de l'énergie électrique ainsi engendrée s'en trouve notablement augmenté. Pour réduire cette usure il faut diminuer la quantité de sable charrié par les eaux. C'est ce problème que MM. Paul LÉVY-SALVADOR et E. MAYNARD ont tenté de résoudre.

Comme on le verra par la description qu'ils donnent (p. 78 à 85) de leur **appareil destiné à purger les eaux d'alimentation du sable et du limon**, le principe de cet appareil est le même que celui des écrémeuses séparant la crème du petit-lait. Les essais faits sur un modèle de dimensions restreintes ont donné des résultats satisfaisants. Mais il faudrait d'autres essais, effectués sur une échelle industrielle, et pour ces essais les auteurs font appel à la collaboration des intéressés. J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Quinzième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 94. — Arrêté fixant, pour l'année 1916, les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concessions, p. 94.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

Quinzième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 66. — Service de placement, p. 66. — Bibliographie, p. 66. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques, p. 66.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général les brochures dont la liste a été publiée dans le précédent numéro, page 36.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation, réglementation, p. 94. — Sociétés, bilans, p. 94. — Offres et demandes d'emplois, XXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

Quinzième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Compte rendu bibliographique, p. 66. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 66.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et Réglementation. — Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 94. — Arrêté fixant, pour l'année 1916, les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concessions, p. 94.

Sociétés, Bilans. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre, p. 94. — Énergie électrique du Sud-Ouest, p. 95.

Chronique financière et commerciale. — Demandes d'emplois, p. XXI.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

Les forces hydrauliques du Canada.

Les voies d'eau magnifiques du Canada, ce vaste pays de 9 700 000 km² s'étendant de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique et de la frontière nord des États-Unis à l'océan Glacial Arctique (*fig.* 1), ont déjà contribué à deux reprises au développement du pays et leur influence bienfaisante n'a pas encore cessé. Au début, elles ont tenté les aventuriers, provoqué les explorations et facilité la colonisation. En effet au Canada, comme dans toutes les possessions et colonies des puissances européennes, l'influence civilisatrice de l'ancien monde commence sur les côtes de l'Océan, d'où elle se répand à l'intérieur du pays, grâce à l'énergie et aux entreprises des colonisateurs qui trouvent dans les fleuves un moyen facile de pénétrer au fond de ces forêts vierges qui barrent le chemin aux découvertes. Plus tard, le même système des fleuves a assuré la prospérité de la colonie croissante, en fournissant un moyen commode et facile de transporter les produits agricoles et sylvestres de l'intérieur du pays à la mer, d'où ils peuvent atteindre tous les marchés du monde. Enfin maintenant les cours d'eau et les lacs vont jouer un rôle encore plus important, grâce à leurs énormes réserves d'énergie.

La répartition remarquable de ces lacs et cours d'eau qui se continuent presque sans interruption de la chaîne montagneuse de Labrador aux montagnes d'Alaska implique une différence considérable et souvent brusque des altitudes d'eau au-dessus du niveau de la mer et par suite, l'existence des sources encore intactes d'énergie latente qui présentent d'une part des occasions précieuses pour les ingénieurs, de l'autre des placements superbes pour les capitalistes. Il est impossible d'évaluer exactement les trésors que le Canada possède dans ses nombreux fleuves ainsi que dans les eaux abondantes provenant de la fonte des neiges au printemps. Ce sont assurément des sources inépuisables de richesse et de progrès qui, longtemps négligées, vont maintenant être l'objet de l'attention qu'elles méritent.

Le « Water Power Branch » (le Département des Forces Hydrauliques), investi par le Gouvernement de l'État du Dominion du contrôle des sources de la force hydraulique, a donc fait faire sous sa direction, par des spécialistes de mérite, une étude approfondie de tout ce qui concerne les forces hydrauliques du Canada, dont les résultats ont été rédigés et publiés en plusieurs volumes numérotés sous un titre commun de « Water Ressources Papers ». L'occasion offerte par l'Exposition de Pacifique-Panama n'a pas non plus été négligée. Non seulement une exposition de tout ce qui se rapporte aux forces hydrauliques du pays, composée avec goût et discernement, a été organisée dans le Pavillon canadien, mais pour permettre de la mieux apprécier une série de monographies a été publiée. Ces monographies, rédigées par des experts compétents, artistiquement éditées et illustrées de photographies montrant les caractères topographiques du pays, ont été bien faites pour donner aux visiteurs de l'Exposition une idée de la façon dont peuvent être utilisées les ressources hydrauliques de plusieurs provinces et leur montrer tout ce qui a déjà été accompli pour la satisfaction des besoins présents et futurs du pays. Pour plus de clarté chaque province est traitée séparément. L'ensemble forme un commentaire excellent des résultats atteints et de l'avenir des forces hydrauliques du Dominion.

Nous y trouvons aussi des renseignements intéressants sur le climat et la situation géographique du pays, sur son agriculture et sa sylviculture, accompagnée du commerce de bois qui pousse à utiliser les rivières pour le transport des matériaux lourds, de même que sur le développement des chemins de fer qui indique l'accroissement de la quantité et de la valeur des marchandises transportées. Le remplacement de l'énergie de la vapeur par celle de l'eau marque un tournant dans l'histoire industrielle du pays, surtout depuis que la transmission économique de l'énergie électrique à haute tension a communiqué, à ses applications électrothermiques et électrochimiques, une importance considérable et a permis l'utilisation, par les grands centres industriels, des sources hydrauliques éloignées. Les progrès de la chimie synthétique révolutionnèrent le domaine encore inexploité de la métallurgie et lui donnèrent une impulsion nouvelle. La puissance hydraulique ne s'épuise point comme une mine de houille ou une source de naphte; ses réserves se renouvellent sans cesse grâce au cycle perpétuel d'évaporation, de condensation et de précipitation. Les cours d'eau abondants du Canada sont ainsi un facteur économique important de son développement.

Le Canada se trouve dans une situation privilégiée, car il possède à la fois des sources de l'énergie hydraulique et des industries qui peuvent les utiliser. Cependant son climat rigoureux crée beaucoup de difficultés aussi bien pour la régulation du débit que pour la construction des barrages et des centrales. Mais l'étude de la question des glaces a permis d'y remédier et la puissance hydraulique considérable exploitée actuellement montre que ces difficultés n'étaient point insurmontables.

Par contre le Canada possède d'autres avantages. La majeure partie de son territoire n'est pas morcelée entre les propriétaires ayant acquis des intérêts inaliénables dans les lieux nécessaires à l'exploitation. Le principe vicieux de « la plus-value non gagnée » (unearned increment) n'intervient donc pas dans la législation et ne rend point les améliorations coûteuses à l'excès. Lorsqu'on entreprend l'exploitation de la puissance hydraulique de quelque lac ou de quelque rivière, les propriétaires

riverains ont peu de chances de participer aux bénéfices. Il est, par suite, possible de régler l'utilisation de la puissance hydraulique dans le Dominion d'une façon uniforme et équitable. Ce n'est que dans les provinces colonisées les premières, comme celle de Québec par exemple, qu'il est nécessaire de considérer les droits des propriétaires et encore cela n'est-il vrai que pour les cours d'eau qui ne sont ni navigables, ni flottables, termes vagues et peu définis. Avant 1884 les propriétaires riverains de ces cours d'eau voyaient leur droit s'étendre sur le lit du fleuve et, par suite, sur la puissance que ce dernier développe, mais depuis cette époque la propriété des lits des fleuves avec tous les droits qui y sont attachés passa à la Couronne, à qui une loi réserva la propriété d'une bande de terrain sur chaque rive des cours d'eau non navigables. Cette définition étant très élastique, il est préférable, lorsqu'on conserve quelque doute sur le caractère d'un cours d'eau, d'acquérir aussi bien les droits du Gouvernement que ceux des propriététaires riverains, se mettant ainsi à l'abri de toute réclamation ou litige.

La façon d'obtenir du Gouvernement l'autorisation, d'exploiter la puissance d'un cours d'eau est simple, facile et bien conçue. Elle semble être destinée à encourager des entreprises de bonne foi, tout en excluant celles qui n'ont en vue qu'une spéculation. D'habitude, lorsqu'il s'agit de petites installations, ne dépassant pas 200 chevaux-vapeur, le Gouvernement se montre disposé à céder à perpétuité et pour un prix fixe tous les droits nécessaires à l'exploitation, aussi bien sur le lit que sur les rives du cours d'eau en question, y compris ceux sur la puissance hydraulique à exploiter. Quant aux cours d'eau de plus de 200 chevaux-vapeur, leur concession est faite sous forme d'un bail emphytéotique pour la durée de 25 à 99 ans, suivant l'importance de la puissance hydraulique exploitée et du capital engagé. La prime annuelle varie d'une province à l'autre et même dans une même province, suivant la situation géographique. Dans la Colombie britannique le prix annuel d'un cheval-vapeur ne peut pas, d'après la loi, être inférieur à 1,25 fr ni supérieur à 5 fr et les prix doivent être revus tous les cinq ans. Dans d'autres provinces l'autorisation d'exploiter est accordée pour 21 ans seulement et peut être renouvelée pendant trois périodes consécutives de 21 ans chacune; à l'expiration de la troisième, tous les travaux exécutés reviennent au Gouvernement contre paiement d'une indemnité fixée par arbitrage. La proximité d'un cours d'eau de la frontière des États-Unis et l'obligation d'observer les traités internationaux rendent nécessaire la conclusion de contrats spéciaux; mais partout le Gouvernement s'efforce d'abolir les entraves, d'encourager et de soutenir la nouvelle industrie. Grâce à une heureuse répartition des sources de l'énergie hydraulique au Canada toutes ses villes possèdent des installations électriques excellentes qui fournissent à très bon marché du courant à toutes les industries qui en ont besoin. Ces avantages provoquent un rapide développement de l'industrie et du commerce et les publications du Dominion Water Power Branch montrent que toutes les branches de l'électrochimie progressent activement.

L'industrie électrochimique se développe de plus en plus rapidement et le bas prix de l'énergie à la chute du Niagara a provoqué la concentration de l'industrie de l'aluminium dans le voisinage des grands lacs. Les arcs électriques et la décharge à haute tension à travers les gaz, un autre progrès de l'électrochimie, trouveront une large application dans l'oxydation directe de l'azote et dans la préparation des engrais artificiels. On sait en effet que l'azote, qui constitue l'élément principal de tous les engrais, forme aussi les trois quarts de l'air. Il en existe donc 20 000 000 tonnes au-dessus de chaque kilomètre carré de terre. Par suite de l'action de l'électricité sur l'air, 100 000 000 tonnes d'azote sont rendues annuellement à la terre sous la forme d'acide nitrique et de nitrates, charriés par la pluie. On réussit à augmenter cette quantité par des décharges électriques et à fabriquer ainsi ces produits pour le commerce. Or, la consommation mondiale annuelle de l'azote sous toutes ses formes, qui s'accroît chaque année de 5 à 6 pour 100, s'élève actuellement en moyenne à 750 000 tonnes représentant une valeur de 1 250 millions de francs. Les $\frac{4}{5}$ de cette quantité ont jusqu'à présent été fournis par le Chili, mais les produits du Canada et notamment ceux de la Colombie britannique, depuis l'ouverture du canal de Panama, pourront facilement faire concurrence au salpêtre naturel du Chili. Les champs de ce dernier ne seront, en effet, pas inépuisables, d'autant plus qu'ils fournissent chaque année 3 millions de tonnes de salpêtre, tandis qu'aucune limite ne peut être désignée à la fixation de l'azote de l'air, pas plus qu'à la production de l'électricité à l'aide de l'énergie hydraulique. La Norvège, favorisée par ses nombreux fleuves et chutes d'eau, est déjà entrée dans cette voie dont le succès l'a rendue indépendante des réserves décroissantes du nitrate du Chili. Le Canada pourra facilement suivre son exemple.

Mais ce pays étant très riche en minerais de toutes espèces dont les principaux sont : la houille, le fer, le cuivre, le nickel, l'or, l'argent, le cobalt, le plomb, l'albâtre, le mica, le corindon, c'est probablement dans le domaine de la métallurgie qu'il va atteindre les résultats les plus brillants, grâce surtout à l'emploi toujours croissant du four électrique qui, tout en évitant les déchets de la combustion, produit une température impossible à atteindre dans aucun four à combustible. L'application du four électrique à la métallurgie a d'abord été faite en Europe. Ses progrès furent rapides et son emploi présente actuellement une grande importance pour les pays riches en forces hydrauliques. Le Gouvernement du Canada, désireux de se mettre rapidement au courant des progrès réalisés dans ce domaine, avait donc envoyé en Europe à plusieurs reprises des commissions, composées de spécialistes éminents et chargées d'étudier cette question sur place. Leurs rapports, publiés par le Bureau des Mines, sont très documentés et présentent un grand intérêt.

Le manque d'ouvriers qualifiés a été cause d'un retard regrettable dans l'extraction du métal des minerais dont le Canada est largement pourvu. Les minerais bruts, après avoir été soumis à un traitement préliminaire, ont été exportés pour subir les transformations définitives, privant ainsi le pays d'une riche source de profit. A l'époque actuelle la pureté des métaux a acquis une impor-



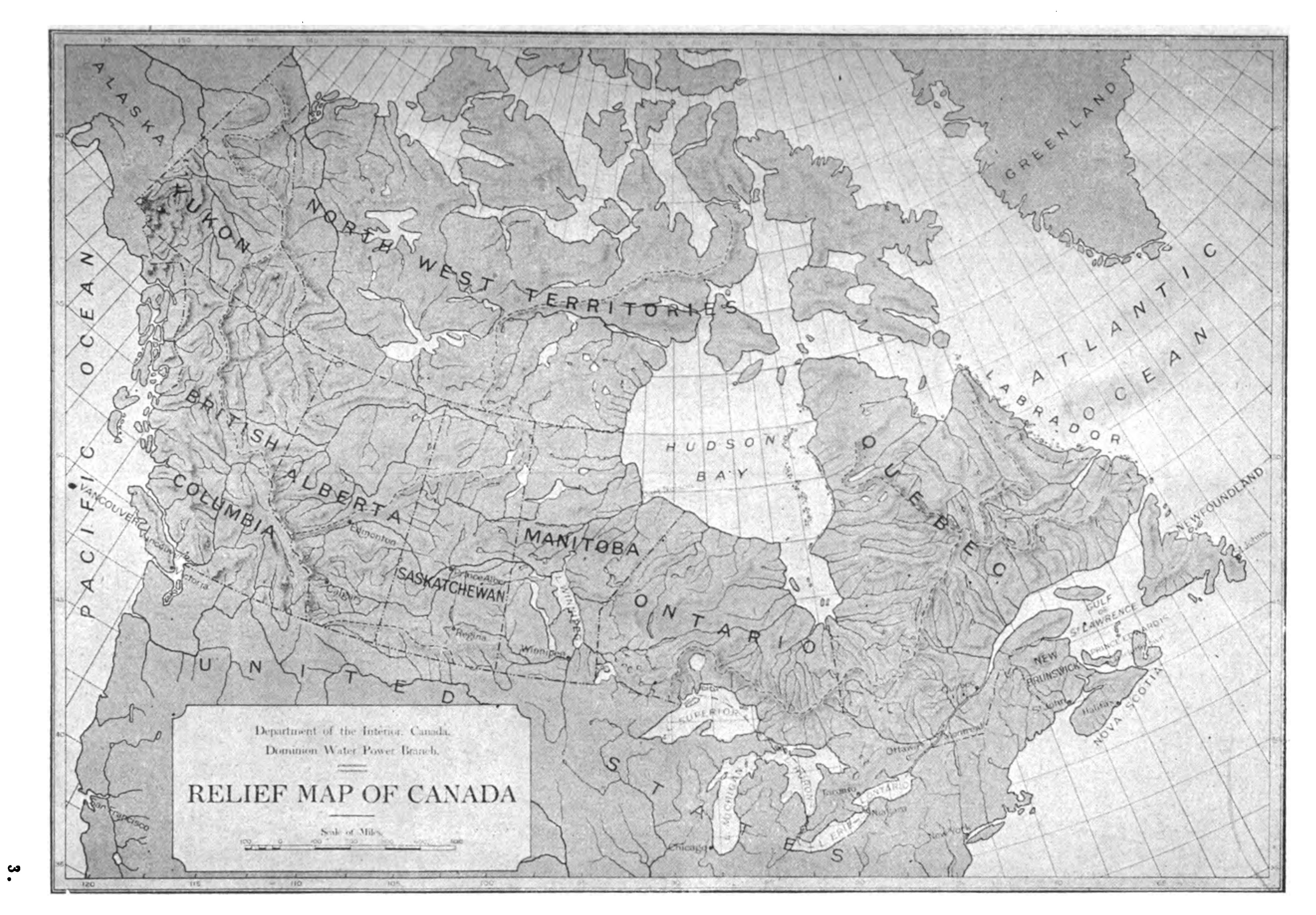


Fig. 1. — Carte du Canada.

tance particulière et l'électrochimie a atteint récemment un niveau de pureté qu'on n'imaginait même pas il y a quelques années. Le nickel, produit en grande quantité par le Canada et rendu chimiquement pur, est très demandé. Il y a à peine quelques années un alliage du nickel avec du fer était très recherché comme donnant de la dureté à l'acier et y empêchant la formation de la structure cristalline qui entraîne des crevasses. Mais un pareil acier ne contenant pas plus de 2 pour 100 de l'alliage de nickel ne pouvait pas être forgé à cause de la présence de certaines impuretés telles que : cuivre, arsenic, sulfure de nickel. Les progrès de l'électrochimie ont modifié tout cela et l'on possède actuellement un acier au nickel d'une extensibilité remarquable et un alliage d'acier, contenant de 20 à 40 pour 100 de nickel, qui ont une grande importance aussi bien pour l'industrie que pour les arts. Le traitement thermique de l'acier par l'électricité ouvre des possibilités jusqu'ici inconnues, tandis que la fabrication du fer électrolytique pur produit une révolution dans la fabrication de moteurs électriques. On voit que les occasions de transformer l'énergie hydraulique en quelque forme d'énergie électrique ne manquent point, et l'on peut constater que toute la région du Nouveau-Brunswick à la Colombie britannique a compris l'importance économique de la transmission et de la distribution de cette dernière.

La quantité de l'énergie hydraulique existant dans chaque province varie selon la conformation du pays, la répartition des chutes d'eau et d'autres facteurs de moindre importance. La quantité exploitée dépend des professions des habitants et de la nature des industries principales. Il sera intéressant à ce propos de jeter un coup d'œil sur le tableau suivant, tiré d'un article de M. C.-H. Mitchell, publié par *The Electrician* de novembre dernier, qui donne une idée de la répartition par provinces de l'énergie hydraulique exploitée au Canada.

L'exploitation de l'énergie hydraulique au Canada.

Provinces.	Puissance hydraulique exploitée.
	ch
Nova-Scotia	21 412
New-Brunswick	13 390
Prince Edouard Island	500
Québec	520 000
Ontario	789 466
Manitoba	56 730
Saskatchewan	45
Alberta	33 305
British Columbia	265 345
Yukon	12 000
Total	1 712 193

Les provinces maritimes. — Dans les provinces maritimes, comprenant la Nova-Scotta, le Nouveau-Brunswick et l'île du Prince Edouard, il existe, selon M. M.-H. Smith, encore peu d'entreprises assez importantes pour l'emploi de la force hydraulique. Encouragées par une longue côte découpée et de nombreux ports naturels, les habitudes enracinées de la population des pêcheurs leur ont permis de résister aux tentations, offertes par les industries naissantes de houille, de fer et d'or qui ont déjà attiré tant d'aventuriers. L'agriculture constitue l'occupation principale des habitants à l'intérieur du pays, tandis que de vastes forêts de haute futaie nourrissent les industries du bois et de la fabrication du papier. Cependant la nécessité de grandes centrales ne se fait pas encore sentir; une quantité de petites installations éparses, dont chacune fournit facilement de 50 à 500 chevaux-vapeur, et toutes ensemble jusqu'à 35 000, répond mieux aux besoins des habitants et correspond davantage au caractère des fleuves dont beaucoup sont périodiques. Le Nouveau-Brunswick possède, sur l'Aroostock River, une centrale de 3800 chevaux-vapeur mais la majeure partie de l'énergie consommée vient des États-Unis. Dans la Nova-Scotia il existe sur le Mersey, fleuve le plus important de la province au point de vue commercial, deux installations qui n'épuisent cependant pas la puissance hydraulique du fleuve, la plus grande produisant 3000 chevaux-vapeur et la plus petite près de la moitié de ce nombre; toute cette énergie est absorbée par les usines de bois et de papiers. Mais la plus grande quantité d'énergie hydraulique existant dans le pays reste encore intacte. On a déjà fait quelques efforts afin de fournir plus d'énergie aux districts miniers et de développer les différentes formes de l'activité industrielle, mais sans épuiser cependant toutes les possibilités dont dispose le pays. On peut encore signaler le projet assez ambitieux de construction, sur le Saint-Johns River, de deux installations dont l'une de 80 000 chevaux avec une hauteur de chute de 43 m et l'autre près de la ville de Saint-John où l'on pourrait utiliser 30 000 chevaux-vapeur environ.

La province de Québec. — La monographie donnant des renseignements sur la province de Québec a été préparée par M. F.-T. Kaelin, l'aide de l'ingénieur principal de la Shawinigan Water and Power Company à Montréal. La province, traversée par le fleuve de Saint-Laurent, présente une surface égale à celle de la France et de l'Allemagne prises ensemble et jouit, grâce à sa situation, de tous les avantages aussi bien du pays maritime que d'une contrée continentale. Ses immenses forêts produisent des cèdres, des sapins et des pins et peuvent être rendues pratiquement inépuisables par un traitement approprié; ses mines d'amiante sont les plus riches du monde; le cuivre et le fer ne manquent pas. L'application des procédés électrochimiques et thermo-électriques à la préparation et à l'épuration de l'aluminium et d'autres métaux et à la fabrication des carbures et des cyanures est encore peu répandue à cause de la rareté des habitants qui s'occupent surtout d'agriculture et d'élevage du bétail qu'ils n'abandonnent qu'à regret, quoique le Québec semble être destiné à devenir une province industrielle plutôt qu'agricole. La population de cet immense territoire ne s'élève qu'à 2 millions environ d'habitants dont la majeure partie résident dans les villes principales : Montréal, Trois-Fleuves et Québec. Le réseau des chemins de fer de la province dépasse 7000 km dont 500 sont électrifiés.

Sur la force hydraulique totale du Canada, évaluée par le Gouvernement à 17 000 000 chevaux-vapeur, celle de la province de Québec constitue 5 600 000 chevaux-

vapeur dont moins de 10 pour 100 seulement sont exploités par l'industrie de la pulpe et du papier et 50 000 chevaux-vapeur environ pour l'éclairage, la traction, etc. Les progrès de la transmission de l'énergie électrique à grande distance rendent indifférente la situation des sources de force hydraulique en permettant de fournir de l'énergie électrique aux grandes villes qui en sont éloignées. Une grande influence est exercée par la quantité d'eau, la constance du courant et la hauteur de la chute; or, sous tous ces rapports, la province de Québec n'a pas à se plaindre. Cependant le Gouvernement, ne voulant rien laisser au hasard, fait prendre par des stations météorologiques des mesures exactes du courant des fleuves et des torrents aux époques différentes de l'année, afin de prendre ensuite des mesures pouvant assurer le volume constant de l'eau et le courant uniforme. On peut citer, comme preuve des soins et de la prévoyance déployés par le Gouvernement dans ce domaine, le fait que, malgré l'excès de la force disponible, il projette la construction d'une nouvelle digue sur le Saint-Maurice River qui reviendra à 1 500 000 dollars (7 500 000 fr) et sera destinée à régler le courant dans les différentes installations du district de Trois-Fleuves. Cette digue, qui sera située à 390 km au nord de Saint-Lawrence River, devra élever le niveau d'eau dans de nombreux lacs et inonder plusieurs territoires inutiles dont la surface totale forme près de 780 km². Lorsqu'elle sera terminée, la force, développée par des chutes et des rapides de la région, pourra atteindre 650 000 chevaux-vapeur.

Cette prévoyance sera encore mieux appréciée lorsqu'on se rappellera que le district d'Ottawa peut fournir à lui seul toute la force hydraulique employée actuellement. Le Quinze River dont le cours est interrompu, comme son nom l'indique, par 15 rapides, peut fournir 90 000 chevaux-vapeur; or, il n'est pas encore exploité en ce moment. Le Lièvre, un grand fleuve d'Ottawa, dispose de 85 000 chevaux-vapeur, dont moins de 10 000 seulement sont utilisés actuellement. Le Gatineau River, plus important encore et capable de fournir 225 000 chevaux-vapeur, n'est pas non plus utilisé maintenant. Les rapides de Carillon qui ont, grâce à la proximité de Montréal, une importance particulière, peuvent développer la force de 160 000 chevaux-vapeur.

Le même rapport entre l'énergie existante et l'énergie exploitée se rencontre dans les autres parties de la province. Dans les endroits où la population est plus dense, comme à Montréal, par exemple, l'utilisation de la force hydraulique est plus grande, mais partout l'offre va être pendant longtemps encore très supérieure à la demande. Les rapides des Cèdres et ceux de Cascade, formés par le fleuve Saint-Laurent avec une hauteur de chute de 11 m, peuvent fournir 500 000 chevaux-vapeur, mais la demande actuelle est satisfaite par neuf turbines verticales produisant chacune 10 000 chevaux-vapeur dont 60 000 sont utilisés par l'industrie de l'aluminium de Messina; le reste est transmis à Montréal. La centrale actuelle appartenant à une compagnie canadienne et située sur le Saint-Timothée, fournit à Montréal, près de 20 000 chevaux-vapeur. Quelques perfectionnements pourront facilement élever sa production jusqu'à 50 000 kw. Enfin Montréal reçoit encore 13 000 chevaux-vapeur environ d'une centrale située sur le canal de Soulanges près des rapides des Cèdres.

Les rapides de Lachine, formés par le fleuve Saint-Laurent, disposent d'une force hydraulique totale de 400 000 chevaux-vapeur dont 13 000 seulement sont utilisés actuellement.

Une centrale hydro-électrique, située sur le fleuve de Richelieu à Chambly, fournit 20 000 chevaux-vapeur à Montréal, qui reçoit ainsi au total 126 000 chevaux-vapeur, fournis par les chutes d'eau environnantes. Mais 240 000 chevaux-vapeur encore pourront être facilement fournis par les cours d'eau des environs lorsque les besoins du marché l'exigeront. La situation de Montréal comme port commercial et comme centre d'un réseau de chemins de fer et les facilités qu'il présente pour l'établissement de toutes sortes d'industries, rendent impossible la fixation d'une limite à son développement. Il est toutefois certain qu'il est en train de devenir une des plus grandes villes de l'Amérique.

Un autre exemple d'une grande profusion de sources naturelles est donné par la fameuse chute de Shawinigan, située à 34 km de la ville de Trois-Fleuves, dans un endroit excellent pour l'exploitation. Non seulement il y existe une quantité considérable d'eau, tombant d'une grande hauteur et d'un débit constant, mais le fleuve s'élargit encore en un lac juste au-dessus des chutes, puis, après avoir tourné sous un angle aigu, forme 44 m plus bas un second lac, peu éloigné du lac supérieur et fournissant ainsi des conditions excellentes pour l'exploitation économique d'une station électrique, construite dans le vallon formé par les versants de deux lacs. Cette station fournit 155 000 chevaux-vapeur environ, utilisés par les industries d'aluminium et de carbures. Toute une ville prospère s'est formée autour d'elle et se développe en un centre industriel car, selon les derniers renseignements reçus, le Laurentide Mill, situé à 19,5 km au-dessus de Saint-Maurice et fabriquant, à l'aide de sa propre centrale électrique, 250 tonnes de papier chaque jour, s'est fusionné avec la Compagnie de Shawinigan, donnant par là une preuve de la communauté d'intérêts des deux compagnies.

La chute de Grand Mere, située sur Saint-Maurice à 19,5 km au-dessus de celle de Shawinigan, tombe d'une hauteur de 23 m. Actuellement 30 000 chevaux-vapeur y sont consommés par la fabrication du papier. La force disponible de la chute de Grand Mere s'élève à 100 000 chevaux-vapeur. La Tuque, une autre chute formée par Saint-Maurice River à 32 m environ de Trois-Fleuves et haute de 21 m, peut produire près de 75 000 chevaux-vapeur. Les usines de pulpe existant sur la Tuque ne consomment que 3500 chevaux. Il existe un grand nombre de sources de force hydraulique au nord de la Tuque qui appartiennent encore à la Couronne et pourront être exploitées dans l'avenir. La ville de Trois-Fleuves étant un port qui communique par des fleuves avec les deux Océans, et se trouve à proximité de toutes les grandes sources de puissance hydraulique, jouit d'une situation exceptionnellement favorable au point de vue industriel.

Quoique la quantité de puissance hydraulique, disponible dans la région située au nord de la ville de Québec,

soit considérable, sa partie exploitée actuellement est peu importante. Les forces les plus grandes sont développées par les fleuves qui sortent du lac de Saint-John ou qui s'y jettent et particulièrement par le fleuve de Saguenay qui réunit le lac de Saint-John à Saint-Laurent. Au Grand Discharge, où le lac verse ses eaux dans le Saguenay, se trouvent deux chutes importantes qui peuvent fournir 375 000 chevaux et sur lesquelles la Development Company de Québec s'est assuré le droit d'exploitation, comptant y construire des réservoirs qui élèveraient la quantité de la force hydraulique disponible jusqu'à 1 000 000 chevaux. Les travaux doivent être commencés prochainement. A 32 km environ au-dessous du Grand Discharge le fleuve forme plusieurs rapides dont la force disponible s'élève à 240 000 chevaux encore inutilisés. A Chicoutimi, quelques kilomètres plus bas que Saguenay, une installation hydro-électrique fournit 7500 chevaux qui ne représentent que près de la moitié de la force disponible en cet endroit.

Parmi les principaux affluents de Saguenay, il faut citer le Shipsaw disposant de 8000 chevaux-vapeur dont quelques-uns déjà utilisés et le Perabanka avec 120 000 chevaux-vapeur disponibles. Un grand nombre d'affluents du lac de Saint-John venant de directions différentes forment sur leurs parcours de nombreuses chutes et rapides qui pourraient être exploités par la grande industrie. Les principales de ces rivières sont : l'Ashwapmuchuan disposant de 250 000 chevaux-vapeur; le Mistassini et le Muskosibi avec 12 000 chevaux-vapeur chacun; le Metabetchouan avec 11 000 chevaux-vapeur; l'Ouiatchouan, dont les chutes peuvent produire 13 000 chevaux-vapeur dont presque 5000 déjà utilisés. La région du lac de Saint-John dispose en outre d'une grande quantité de force hydraulique qui peut être soit transmise à la ville de Québec, soit exploitée sur place par des industries électrochimiques ou autres. Enfin ce district boisé se prêterait fort bien au développement des industries de la pulpe et du papier.

La province d'Ontario. — La province d'Ontario peut être divisée au point de vue de ses cours d'eau en quatre parties : 1° le territoire arrosé par l'Ottawa River et ses affluents; 2° la région des grands lacs, comprenant le Niagara et les fleuves internationaux; 3° la partie Nord, arrosée par les cours d'eau qui se jettent dans les baies de James et d'Hudson; et enfin 4° la contrée parcourue par le Winnipeg River et ses affluents. Tout ce vaste territoire disposant de près de 5 000 000 chevaux-vapeur dont presque 702 000 déjà exploités, a été décrit par M. H.-G. Acres, ingénieur au service du Department of the Hydro-Electric Power Commission d'Ontario, et par suite bien qualifié pour donner tous ces renseignements. Il a pu, grâce à sa situation, fournir des informations intéressantes sur l'origine, les buts de la Power Commission et sur les résultats qu'elle a atteints, ainsi que sur l'administration des cours d'eau au Dominion en général.

Les particularités de chacune des quatre divisions susindiquées sont exposées fort clairement et avec beaucoup de détails dans l'étude de M. Acres. Quoique l'énergie hydraulique existant dans cette province soit comptée par millions de chevaux-vapeur, dont 10 pour 100 seulement sont utilisés jusqu'ici, l'auteur indique en prévision de l'avenir les causes qui menacent de diminuer les ressources hydrauliques du pays. Signalons parmi ces causes le déboisement, dû surtout au large développement de l'industrie du bois. La destruction des arbres n'affecte pas, comme on l'affirme en général, la chute de pluie, mais accélère par contre l'écoulement de l'eau. M. Acres affirme que la disparition des grandes forêts vierges a beaucoup influencé les cours d'eau, mais il admet que cette influence peut être jusqu'à un certain point annulée par le développement graduel des nouvelles forêts. Il croit qu'il faudrait, dans l'intérêt du pays, transformer tous les territoires boisés de la Couronne, situés dans les bassins de certains affluents d'Ottawa, en réserves, destinées à encourager la culture du pin blanc et rouge.

Le Grand River offre un exemple frappant des effets d'un rapide développement industriel, sans observation des nécessités du contrôle et de l'emmagasinage systématique des eaux. Ce fleuve est en effet devenu actuellement, sous l'influence combinée du déboisement, du drainage et de la culture des territoires adjacents, un cours d'eau torrentiel, presque inutilisable comme source d'énergie hydraulique. La plupart des petites rivières de la péninsule du Sud-Ouest sont dans le même cas, mais peuvent au besoin être remises dans leur état primitif. Deux fleuves voisins du district du lac Huron donnent un excellent exemple des effets de l'utilisation des cours d'eau pour les besoins agricoles. L'un, nommé Maitland, traverse une contrée presque déboisée et intensivement cultivée; l'autre, le Wahnapitae, arrose beaucoup de mêmes régions que le Maitland, mais traverse en outre un district inculte, couvert en grande partie de forêts. Ainsi le rapport du débit maximum au débit minimum est-il de 10 à 1 pour le Wahnapitae tandis qu'il est de 900 à 1 pour le Maitland. Il existe aussi une grande différence dans les débits minima par mille carré dans les bassins des deux fleuves. Toutefois ces considérations paraissent quelque peu puériles lorsqu'on regarde le tableau suivant, où, à côté des quantités de force hydraulique dont disposent les fleuves de cette région, on trouve celles exploitées jusqu'ici.

Fleuves.	Puissance hydraulique disponible.	exploitée.
	ch	ch
L'Ottawa River et ses affluents...	688 000	71 000
Les affluents du Grand Lac.......	446 000	137 000
Les affluents des baies de Hudson et de James....................	1 750 000	92 000
Les fleuves internationaux de la frontière......................	2 045 000	462 000
Total................	4 929 000	702 000

De ces 702 000 chevaux exploités, près de 574 000 sont transformés en lumière et énergie électrique, 69 000 environ sont utilisés par les usines de pulpe et de papier et enfin près de 59 000 sont consommés sous forme d'énergie hydraulique.

Quant aux installations particulières, le district d'Ottawa River et de ses affluents présente, par suite des effets de la colonisation et du déboisement indiqués



ci-dessus, beaucoup plus de facilités pour les installations de 1000 à 5000 chevaux, la hauteur de la chute variant de 6 à 30 m, que pour les grandes centrales. Il est donc fort probable que le développement industriel de cette contrée n'égalera jamais celui du Québec, car à une ou deux exceptions près, ses forces hydrauliques ne suffisent pas pour des centrales capables d'effectuer des transmissions à de grandes distances, mais conviennent parfaitement aux installations de capacité faible, voisines des points de consommation. Toutefois, il existe des exceptions, telles que le High Falls sur le Madawaska, où l'on peut développer jusqu'à 20 000 chevaux et les installations de la North Ontario Light and Power Company qui avec leurs deux centrales hydro-électriques d'une puissance totale de 12000 chevaux-vapeur : l'une sur le Métabetchouan disposant de 8000 chevaux et avec une hauteur de chute de 95 m, l'autre avec 3800 chevaux et 10 m, fournissent de l'énergie à tout le district de Cobalt ainsi qu'aux mines. Il est intéressant de noter que dans ces dernières la force hydraulique s'est entièrement substituée à la vapeur, de sorte que la consommation de la houille qui s'élevait en 1909 à 63 739 tonnes a presque disparu actuellement.

La source d'énergie la plus importante de la région est celle connue sous le nom de Notch qui se trouve sur le Montreal River et n'est encore point exploitée quoiqu'elle dispose de 7000 chevaux et possède une hauteur de chute égale à 30 m. L'Ottawa River lui-même pourrait fournir, dans sa partie située entre le lac Tamiskaming et le Carillon, jusqu'à 600000 chevaux-vapeur. Mais en pratique toute l'exploitation de l'énergie de ce fleuve est concentrée actuellement dans la chute des Chaudières de la ville d'Ottawa, où sont utilisés 35 000 chevaux, quantité qui pourrait avec une bonne exploitation être élevée à 84 000 chevaux.

Quant aux affluents des grands lacs ils sont d'une importance considérable au point de vue économique. Parmi ceux du lac Ontario, la première place appartient au Trent River, dont la force hydraulique a été bien diminuée par le déboisement. Toutefois les améliorations, apportées à cet état de choses par le Gouvernement du Dominion, prouvent que le mal n'est pas irréparable. Actuellement grâce aux travaux du canal de Trent, ce fleuve dispose de 75 000 chevaux facilement utilisables dont 45000 sont déjà exploités. De ce nombre 33000 chevaux sont utilisés par l'Electric Power Company qui fournit, par sa ligne de transmission à 44 000 volts, longue de 500 km, l'énergie à un vaste territoire et a déjà obtenu le contrôle absolu de tout ce qui concerne la lumière et l'énergie de la contrée qu'elle dessert.

La plupart des fleuves qui se jettent dans le lac Erié, comme c'est le cas du Grand River, déjà mentionné, sont en partie utilisés pour l'agriculture et ne peuvent par suite, être exploités comme sources d'énergie que pour les besoins purement locaux. Parmi les affluents du lac Huron on compte quelques fleuves de grande valeur industrielle, et leur capacité totale est évaluée à 166 000 chevaux-vapeur, dont 56 000 exploités. L'installation la plus considérable dont la puissance s'élève à 12 500 chevaux-vapeur, est située sur le Spanish River et appartient à la Canadian Copper Company qui utilise l'énergie produite pour les mines et les fonderies. Plus à l'aval se trouve la centrale de la Pulp and Paper Company qui fournit 10 000 chevaux. On prévoit pour l'avenir l'exploitation encore plus intense des forces hydrauliques de ces fleuves. Sur la chute de Wasdell, formée par le Severn River, l'Hydro-Electric Power Commission possède une centrale de 1200 chevaux-vapeur et sur la chute d'Eugenia du Beaver River une autre de 4000 chevaux-vapeur et d'une hauteur de chute de 165 m. Quant aux forces hydrauliques non exploitées, elles existent en trois endroits sur les fleuves français en quantités égales à 10 000 chevaux chacune. Ces forces ne sont utilisées que par quelques installations de 1000 à 5000 chevaux.

Le territoire, situé au nord du lac Supérieur, est en grande partie inculte et peu exploré. Mais la plupart des affluents de ce lac sont petits et rapides et barrés de nombreuses chutes naturelles de 15 à 40 m de hauteur. De 200 000 chevaux environ dont disposent les fleuves de cette région, 20 000 seulement sont exploités, dont 4500 pour les mines du district de Michipicoten, et 15 500, fournis par la chute de Kakabeka qui tombe d'une hauteur de 55 m, par les villes de Port-Arthur et de Port-William. Ces villes nouvelles trouvent dans un rayon de 40 km des forces hydrauliques de 50 000 chevaux. Mais il est hors de doute que cette quantité ne leur suffira bientôt plus et elles seront obligées de se servir de l'énergie du Nipigon River, affluent le plus important du lac Supérieur et qui, sur un parcours de 65 km, possède une hauteur de chute de 78 m et produit une force égale à 100 000 chevaux. C'est un fleuve idéal pour l'exploitation de l'énergie hydraulique. Par une heureuse occasion le territoire arrosé par le Nipigon est couvert des plus riches forêts du monde et renferme d'immenses quantités de fer magnétique, employé dans les fours électriques.

L'hydrographie du district du lac Winnipeg n'a pas encore été étudiée, mais de ses 250 000 chevaux disponibles 22 000 seulement étant utilisés, on peut affirmer d'ores et déjà que son développement appartient à l'avenir. Le district de Rainy River possède d'immenses réserves dans le lac de Rainy, celui de Woods et d'un grand nombre de lacs plus petits qui doublent presque la force hydraulique de la région. Une exploitation convenable pourrait développer 75 000 chevaux à la chute de White Dog, formée par le Winnipeg River et de 20 000 à 40 000 chevaux à chacune de plusieurs installations sur l'English River.

On ne possède que peu de renseignements sur les affluents de la baie de James. Toute l'exploitation des forces hydrauliques de cette région est concentrée sur les Mettagam et Abitibi Rivers; sur le premier sont construites deux centrales fournissant 3500 chevaux aux mines et aux villes du district de Porcupine et disposant en plus de 7000 chevaux-vapeur. Quant au dernier, une centrale de 19 500 chevaux-vapeur est près d'être terminée. La Conservation Commission, dans son rapport sur « les Forces hydrauliques du Canada », évalue à 655 000 chevaux-vapeur l'énergie dont disposent les fleuves qui se jettent dans la baie de James. Avec une sage exploitation et la formation de grands réservoirs, cette quantité pourrait facilement être portée à 1 500 000 chevaux.

3..

La plus grande partie des cinq millions de chevaux dont dispose la province d'Ontario provient des fleuves internationaux, parmi lesquels le Niagara est celui dont la production est la plus considérable. Pour faire mieux apprécier toute l'importance de cet immense réservoir d'énergie rappelons que le Canada n'a engagé par ses nombreuses obligations et traités que la moitié de la force hydraulique du Niagara. A l'exception de ces traités la province d'Ontario dispose encore de 405 000 chevaux-vapeur dont 369 000 sont déjà exploités ou en voie de l'être. Sur le vieux canal de Welland on utilise 12 000 chevaux-vapeur. Du point le plus élevé de ce canal l'eau se dirige par-dessus les escarpements du Niagara vers la chute de Neerew, où son énergie est exploitée avec une hauteur de chute de 80 m produisant 57 000 chevaux-vapeur. Les rapides de Saint-Mary, situés entre le lac Supérieur et le lac Huron seraient capables de fournir, à une hauteur de chute de 5,5 m, 90 000 chevaux-vapeur dont la moitié appartiendrait à la province d'Ontario. De ce nombre 17 000 chevaux-vapeur sont déjà exploités sur la rive canadienne. Grâce à une ligne de transmission de 10 000 à 40 000 volts, longue de 342 km, l'énergie peut être fournie à un vaste système de chemins de fer et de tramways ainsi qu'à un grand nombre d'établissements industriels et d'éclairage des nombreuses villes de la péninsule du Niagara. La figure 2 montre l'intérieur d'une centrale de la Canadian-Niagara Power Company.

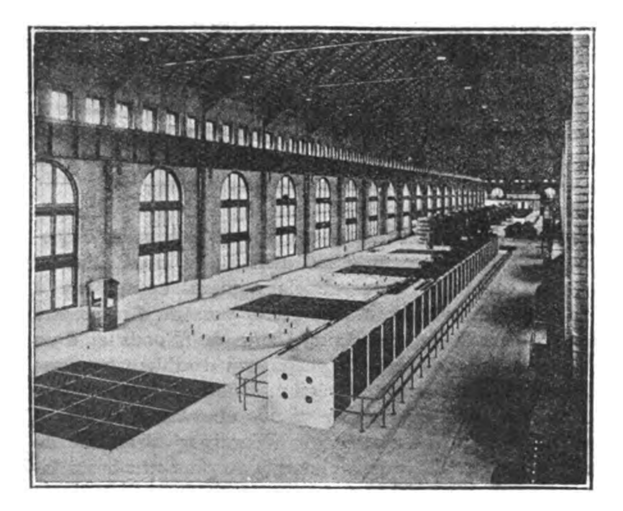


Fig. 2. — L'intérieur de l'usine génératrice d'électricité de la Canadian-Niagara Power Company.

Les provinces de la Prairie. — A l'ouest d'Ontario se trouvent les provinces de la Prairie : Manitoba, Saskatchewan et Alberta, décrites par M. P.-H. Mitchell, un des ingénieurs-conseils de la Water Power Branch. Après avoir indiqué les conditions climatériques et autres de cette région, s'étendant d'Ontario aux Montagnes rocheuses et dont la superficie est double de celle de l'Angleterre, M. Mitchell signale son caractère essentiellement agricole qui n'exige pas de grande consommation de l'énergie hydro-électrique. Or la force hydraulique existant dans les provinces du Dominion du Canada, à l'exclusion des territoires nord-ouest et des parties nord et est du Québec, est évaluée à 17 764 000 chevaux-vapeur, ce nombre comprenant les forces hydrauliques de la chute du Niagara près du Fort France, le Saint-Mary River près de Sault Sainte-Marie dans les limites des traités internationaux. Quant à l'énergie déjà exploitée, comprenant toute celle utilisée par les centrales électriques, les usines de pulpe, les moulins, etc., elle s'élève à 1 711 188 chevaux-vapeur.

M. Mitchell observe que la consommation de l'énergie hydraulique dans les grandes villes du Canada croît sans cesse. Non seulement elle a doublé en trois ans, mais la courbe des charges montre que cet accroissement, loin de s'arrêter, va se continuer à l'avenir. Il est donc fort important d'organiser l'exploitation des forces hydrauliques de la façon qui, tout en étant la plus productive, serait en même temps la plus économique. On peut en effet prévoir que, dans un avenir assez rapproché, toute la province sera couverte d'un réseau de transport de l'énergie électrique, alimenté par de nombreuses centrales électriques et quelques centrales thermiques de secours. Mais on ne pourrait bien utiliser toutes les sources de l'énergie hydraulique, qu'à condition d'une bonne régulation et d'une sévère réglementation de leur exploitation. Ces conditions qui seraient très difficiles à remplir partout ailleurs, seront facilitées dans les provinces de la Prairie par le contrôle qu'exerce sur elles le Gouvernement du Dominion.

En ce qui concerne l'hydrographie, cette région possède deux systèmes principaux de fleuves : le Winnipeg au Manitoba et le Bow en Alberta. Ces fleuves passant par des contrées peu peuplées, leurs conditions hydrauliques sont encore mal connues de sorte qu'une exploitation prématurée risque d'empêcher à jamais une bonne exploitation de l'ensemble qui ne serait possible que d'après un plan général soigneusement élaboré. La ville de Winnipeg a déjà porté atteinte à l'adoption d'un pareil plan, mais le Gouvernement a interdit pour l'avenir toute exploitation qui lui serait contraire. Dans ce dessein, les ingénieurs du Water Power Branch, après avoir examiné toutes les sources de l'énergie hydraulique, ont choisi la meilleure façon d'utiliser les petites chutes d'eau, proposé un plan d'exploitation de tout le système hydraulique du pays, déterminé avec une précision suffisante le coût de construction et du fonctionnement des installations hydrauliques et fixé enfin les bases de toute exploitation hydraulique future.

Le Winnipeg River, un des plus grands fleuves du continent, arrose une surface de 140 000 km² environ, située au nord-ouest du lac Supérieur et comprenant le lac Rainy, le lac Woods et l'English River, et se jette enfin dans le lac Winnipeg. Nous avons déjà indiqué sa puissance hydraulique en parlant de la province d'Ontario, où sont situées ses sources, mais sa partie qui développe le plus d'énergie se trouve au Manitoba qui en profite. La ville de Winnipeg a presque monopolisé l'exploitation d'énergie au Point Du Bois où 51 500 chevaux sont développés et transmis à la ville, éloignée de 125 km. Une autre centrale (*fig.* 3), située à Pinawa Channel,

à 20 km de Winnipeg, produit 28 200 chevaux-vapeur utilisés par les tramways électriques de cette ville. Mais ces deux centrales ne suffisant pas à satisfaire tous les besoins, on est sur le point de concéder l'exploitation du point, nommé Du Bonnet, à une compagnie de Winnipeg qui propose d'y créer une installation, munie de générateurs d'une capacité de 8000 à 11 500 kw, et de fournir à la ville 123 000 chevaux sous 110 000 volts. En somme tous les points du fleuve qui disposent de l'énergie hydraulique débitent actuellement 340 m³ par seconde. Ce débit peut, avec une exploitation convenable, être élevé jusqu'à 560 m³.

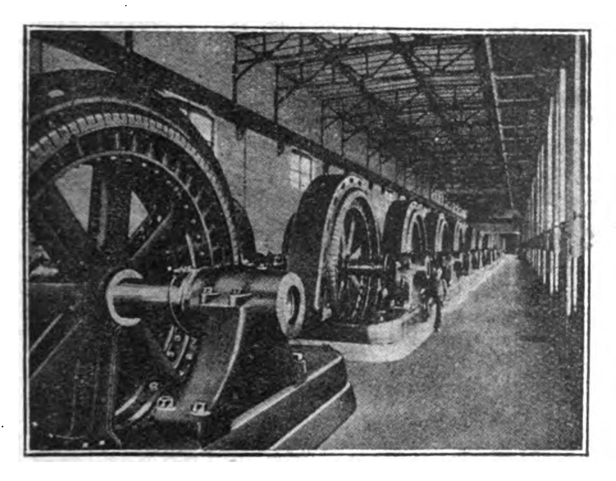


Fig. 3. — Vue intérieure de la salle des machines de l'usine de Winnipeg.

Le Bow River prend sa source dans les glaciers des versants orientaux des Montagnes Rocheuses et forme une chute de 810 m environ avant d'atteindre les chutes de Kananaskis et 90 km au-dessus de Calgary. Sur le parcours qui va de ces chutes à Calgary le fleuve forme une autre chute de 220 m. Tout le territoire, arrosé par le Bow River avant les chutes de Kananaskis dont la surface atteint 4450 km², est occupé par le Parc national des Montagnes Rocheuses du Canada. Cette circonstance permet à l'Administration du Parc d'exercer une surveillance spéciale sur l'exploitation des forces hydrauliques et sur la formation des réserves qui augmentent de beaucoup le rendement des fleuves en énergie. Le débit du Bow River est, comme ceux de tous les courants de montagne de ce genre, sujet à des variations soudaines et se ressent beaucoup des changements de la température. Pendant l'hiver le fleuve reste immobile; mais, lorsque durant les mois de juin et de juillet, les neiges et les glaciers commencent à fondre, leurs eaux passent en torrents tumultueux par des gorges de montagne et viennent grossir le Bow River dont ils élèvent tellement le débit qu'au lieu de 14 m³ par seconde, qu'il est en hiver un peu au-dessus du Kananaskis, il atteint en été 1260 m³.

La demande rapidement croissante de l'énergie hydraulique et la nécessité de la création des grandes réserves pour les installations déjà existantes, exigent une étude attentive des ressources du fleuve ainsi qu'une réglementation et une surveillance spéciales de son exploitation, destinées aussi bien à empêcher l'épuisement du fleuve qu'à atteindre les meilleures utilisations et irrigation possibles. Le Dominion Water Power Branch a donc pris des dispositions en conséquence. Les fruits des études, poursuivies pendant les années 1911, 1912 et 1913 ont été réunis en un rapport qui a paru sous le titre de « Water Power Ressources Paper n° 2 » et qui indique les lacs et les points des fleuves qui conviennent le mieux pour l'exploitation des forces hydrauliques.

L'examen des réserves d'eau montre que le débit moyen peut être fortement élevé et de 20 m³ par seconde qu'il est pendant les mois d'hiver, être porté à 42 m³. De même la quantité d'énergie hydraulique développée peut presque être doublée et portée à 50 000 chevaux au lieu de 20 000 chevaux actuels. Cette quantité est répartie entre six installations. Trois centrales viennent d'être construites sur le Bow River dont celle de l'Eau Claire, produisant 600 chevaux-vapeur, exploitée par la ville de Calgary. Une centrale est installée à 80 km à l'ouest de Calgary à la chute de Horse Shoe, comprenant deux unités de 3750 chevaux-vapeur et deux de 6000 chevaux-vapeur, travaillant avec une hauteur de chute de 23 m et desservant elle aussi la ville de Calgary. Une autre est construite sur la chute de Kananaskis immédiatement au-dessous de la jonction du Kananaskis River avec le Bow River, à 3 km environ au-dessus de la chute de Horse Shoe, travaillant avec une hauteur de chute de 22 m et comprenant deux unités génératrices de 11 600 chevaux-vapeur; cette centrale est mise en parallèle avec celle de la chute de Horse Shoe et appartient comme elle à la Power Company de Calgary. Mentionnons enfin la centrale du lac Louise qui dessert le Canadian Pacific Hotel malgré sa faible production ne dépassant pas 75 kw. Ajoutons qu'une centrale encore va être construite sur le Cascade River qui pourra produire près de 1700 kw en utilisant aussi les eaux du lac de réserve de Minnewanka.

L'exploitation future portera sur les points de Bow Fort dont la hauteur de chute atteint 20 m et d'où l'eau pourra être dirigée sur trois écluses, chacune arrangée de façon à mettre en mouvement une turbine de 4400 chevaux-vapeur, accouplée directement à un générateur de 2500 kw, sur le Mission, à la hauteur de chute de 14 m, sur le Ghost avec hauteur de chute de 15 m et le Radnor avec 13 m, capables d'actionner chacun trois turbines de 3500 chevaux-vapeur. Ces quatre points sont suffisamment rapprochés de Calgary pour que les centrales qui y sont installées puissent fournir à la ville de l'énergie au prix annuel de 95 fr par cheval-vapeur.

Les Saskatchewan Nord et Sud disposent aussi de l'énergie, mais ne possèdent que peu de points où elle pourrait être facilement exploitée. Les meilleures sont la chute de La Colle et les Grands Rapides. L'Elbow River présente un endroit capable de fournir 10 000 chevaux-vapeur, facilement transmissibles à Calgary.

La région située plus au nord dispose de forces hydrauliques importantes, mais encore peu explorées. Le Nelson River, allant du lac Winnipeg à la baie d'Hudson, est extrêmement riche en force hydraulique qui s'élève

au minimum à 2 millions de chevaux-vapeur et peut être fortement augmentée. Le Churchill, passant plus au nord encore que le Nelson et se jetant comme lui dans la baie d'Hudson, présente plusieurs points favorables à l'exploitation de la force hydraulique et promet de jouer un grand rôle dans l'industrie canadienne. L'Athabaska en Alberta circule dans les montagnes et possède quelques bons points dont l'exploitation exigerait des dépenses assez importantes. Le Peace River arrose 18 millions d'hectares d'un territoire excellent pour l'agriculture, récemment ouvert à la colonisation, et son exploitation servira probablement à assurer l'éclairage et l'industrie des villes naissantes. Le Slave River, qui sort du lac Athabaska pour se jeter dans le Great Slave Lake, présente sur son parcours près de 25 km de rapides qui se prêteraient à l'exploitation. Enfin le Mackenzie River, qui circule entre le Great Slave Lake et l'océan Glacial Arctique, n'est encore point exploré au point de vue qui nous intéresse.

Toutes ces forces hydrauliques seront d'autant plus utiles qu'on pourra les utiliser pour l'exploitation des nombreuses richesses de ce pays qui possède, à côté de son agriculture, de vastes forêts, des réserves importantes de houille, d'huiles minérales, de tourbe, de bitume, de grès, de ciment et de produits de terre glaise ainsi que de riches gisements d'or et de fer, à peine explorés. L'avenir des sources de force hydraulique dans l'Ouest apparaît donc brillant. La question de leur développement se rattache en outre, comme nous l'avons vu plus haut, à celle de la fertilisation du sol, car malgré la fertilité originaire des provinces de la Prairie, la négligence des agriculteurs a déjà rendu la fertilisation nécessaire dans plusieurs endroits et ce besoin menace de devenir général dans toute la région. Or les 81 millions d'hectares de terrain labourable des provinces de la Prairie nécessiteront, lorsqu'ils seront tous exploités, plus de 125 kg de nitrates par hectare. La production de ces engrais par le procédé électrique prendra alors une grande importance et, par suite, l'utilisation dans ce but des forces hydrauliques deviendra extrêmement considérable, car il ne faudra pas moins de 2 millions de chevaux-vapeur pour produire les nitrates en quantité suffisante, chaque cheval-vapeur en produisant 5 tonnes.

L'énergie hydraulique trouvera aussi emploi dans l'électrométallurgie qui se développe déjà dans les environs du lac Winnipeg, riches en minerai de fer, et dans l'électrification des grandes lignes qui présentent pour cela toutes les conditions voulues. Enfin la distribution de l'électricité dans les campagnes dont le besoin se fait déjà sentir a fait organiser à Manitoba sur une grande échelle l'étude de la distribution hydro-électrique. Un brillant avenir attend donc les richesses hydrauliques des provinces de la Prairie, lorsque celles-ci atteindront leur complet développement aussi bien agricole qu'industriel.

LA COLOMBIE BRITANNIQUE. — Les provinces de la Colombie britannique sont décrites par M. G.-R.-G. Conway, ingénieur-conseil. Avec une population de 375 000 habitants à peine, dispersés sur une étendue de presque autant de mille carrés, ces provinces réussissent à extraire de leurs sources hydrauliques 230 000 chevaux-vapeur. L'influence du canal de Panama provoquera, selon M. Conway, un nouvel essor dans le développement de la Colombie britannique qui occupe, aussi bien par rapport aux pays d'Orient qu'à ceux d'Occident, une position exceptionnellement favorable.

Le tableau suivant donne la liste de quelques centrales, qui utilisent plus de 1000 chevaux-vapeur. Nous laissons de côté les installations seulement projetées, car, leur énumération serait beaucoup trop longue, les sources d'énergie hydrauliques encore inexplorées de cette région étant pratiquement inépuisables.

Cours d'eau.	Puissance des centrales en fonction.	But de l'installation.
	ch.	
Kootenay et Kettle River...	23000	Mines, fonderies, éclairage, etc.
Goldstream près Victoria....	3000	Éclairage et traction des tramways.
Lac Buntzen, bras Burrard..	84500	Éclairage et traction des tramways.
Lac Stave près Ruskin......	26000	Industrie.
Jordan River, Vancouver....	25000	Éclairage, tramways, industrie.
Link River, chute de l'Océan.	11200	Industrie de la pulpe et du bois de charpente.
Puntledge River......... ...	9400	Houillères.
Powel River................	24000	Industrie des papiers peints.
Chute Freck, baie Granby ..	7325	Mines de cuivre et fonderies.
Kootenay River, Nelson.....	4000	Mines, éclairage, industrie.
Barrière River, Kamboops...	2800	Éclairage, industrie.
Britannia Creek............	2735	Mines de cuivre et réduction.
Similkameen River.........	2650	Mines d'or.
Lac Woodworth............	1650	Éclairage et industrie.
Baie Swanson..............	1250	Industrie de la pulpe et du bois de charpente.

Les installations actuellement projetées vont élever à 500 000 chevaux-vapeur environ, la quantité totale de la force hydraulique exploitée. Quant à toute l'énergie hydraulique existant dans le pays, elle ne peut pas être évaluée à moins de 3 millions de chevaux-vapeur. L'énergie actuellement exploitée n'atteint donc que 8 pour 100 de toute la quantité existante. Toutes les installations qui fonctionnent en ce moment ont été construites pendant les 17 dernières années et près de la moitié n'ont commencé leur activité que dans le cours des 5 dernières années.

Les trois plus grandes villes de la Colombie britannique : Vancouver, Victoria et New-Westminster, ont toutes une situation excellente au point de vue de la force hydro-électrique, dont elles consomment actuellement 138 000 chevaux-vapeur et pourraient au besoin, grâce à une bonne transmission, avoir 750 000 chevaux-vapeur.

L'exploitation de quantités aussi considérables de l'énergie hydraulique ne va pas sans de grandes difficultés, qui augmentent encore la valeur des résultats

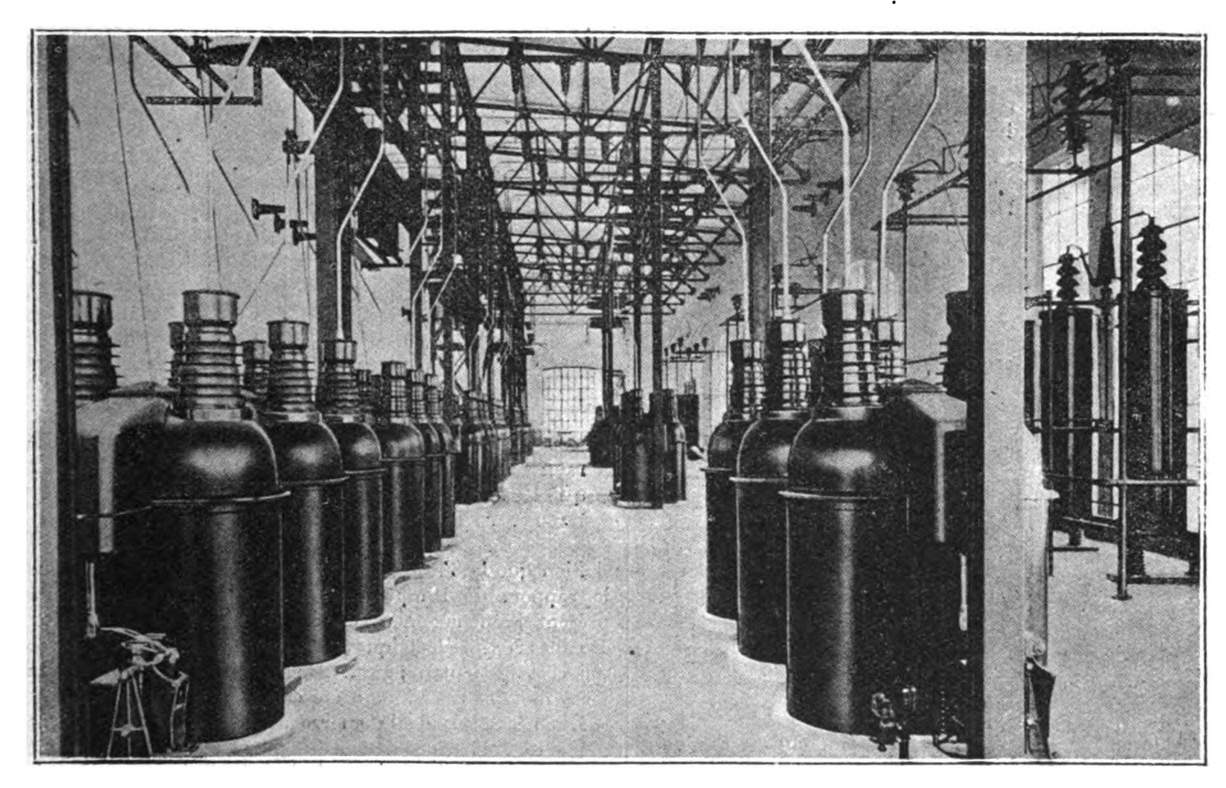


Fig. 4. — La salle de haute tension de l'usine n° 2 de la Compagnie Coquitlam-Buntzen.

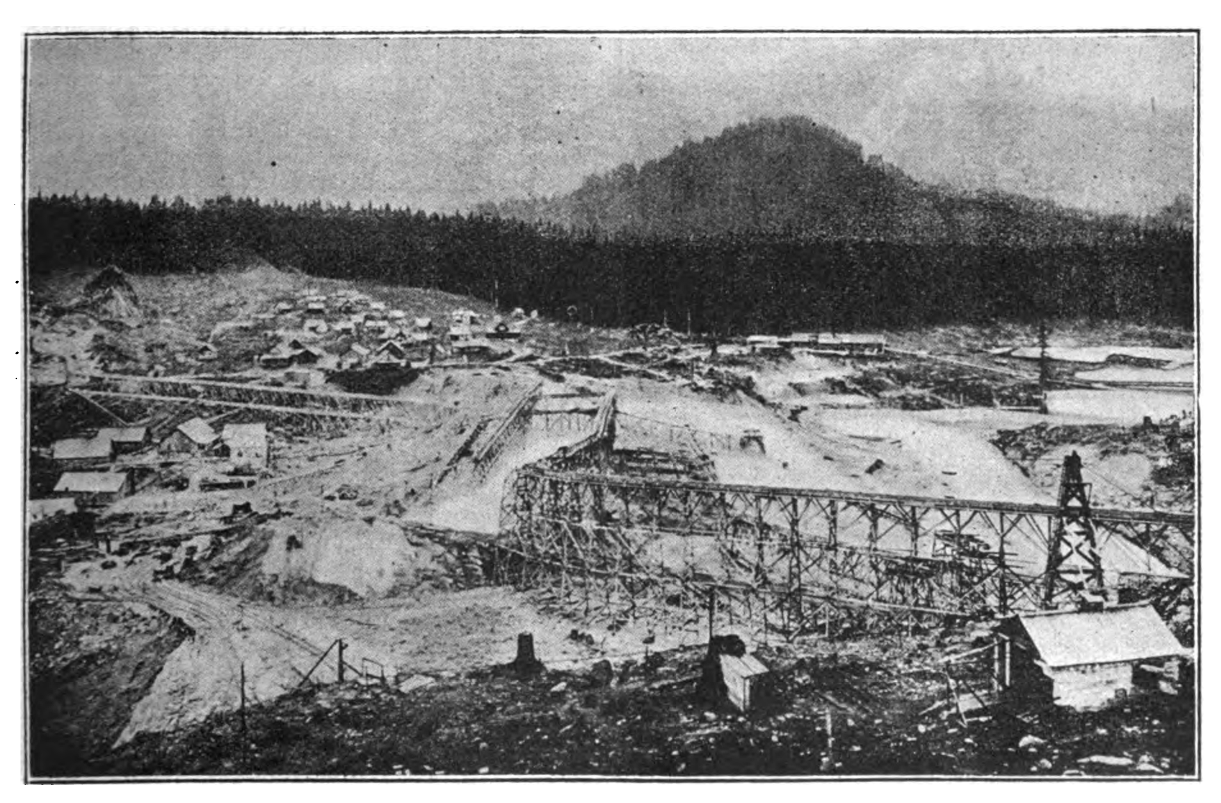


Fig. 5. — Le barrage de Coquitlam en construction.

atteints. Ainsi, il a été nécessaire pour la construction de l'installation sur le lac Buntzen (*fig.* 4) de percer d'un tunnel de 4 km les montagnes de granit de 1225 m de hauteur, afin de conduire l'eau de réserve de la pente de Coquitlam dans le lac Buntzen. Ce tunnel passe pour être le plus long de son espèce et peut être envié par les plus grands pays du monde. Dans le cours des mêmes travaux a été construit un barrage, haut de 30 m (*fig.* 5). Un autre barrage du type Ambursen, destiné à emmagasiner l'eau pour la centrale de Jordan River (*fig.* 6) a été construit

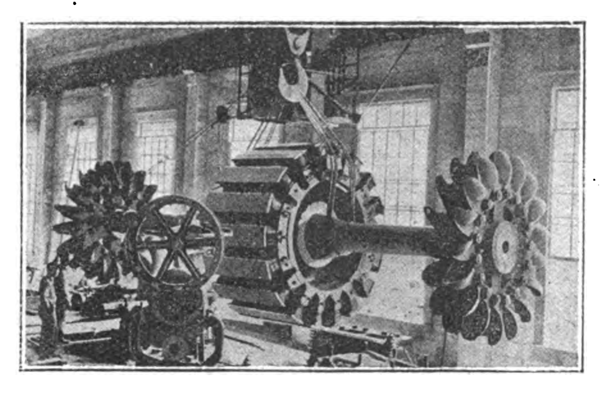


Fig. 6. — Les masses tournantes d'un turbo-alternateur d'une centrale de la Vancouver Island Power Company Limited située sur le Jordan River.

en béton armé sur l'île de Vancouver; il est considéré comme le plus haut barrage de ce genre de tout le Canada et le plus haut barrage en béton armé de l'Empire britannique.

La centrale de la chute de Stave produisant 26 000 chevaux-vapeur a installé dernièrement deux turbines de 13 000 chevaux-vapeur chacune et se prépare à élever sa production jusqu'à 80 000 chevaux-vapeur. De grandes difficultés de contrôle des eaux, trop abondantes à l'époque de la fonte des neiges, l'ont forcé à construire un vaste réservoir. Un autre trait distinctif de la plupart des centrales de la Colombie britannique est la hauteur de chute élevée qu'elles utilisent et qui atteint 580 m dans les Britannia Mines et 350 m sur le Jordan River, c'est-à-dire les plus grandes hauteurs de chute de tout le Canada.

Parmi les sources d'énergie hydraulique qui vont prochainement être exploitées on peut citer la chute de Campbell River, située sur l'île de Vancouver, qui doit, selon les prévisions, fournir 200 000 chevaux-vapeur, le lac de Jones, qui se trouve à 145 km à l'est de Vancouver et peut fournir 35 000 chevaux-vapeur et le Fraser River dont les immenses forces disponibles n'ont pas encore été évaluées.

Toutes ces richesses hydrauliques rendent la Colombie britannique propice au développement de l'industrie. En outre, la fabrication des nitrates et de l'acide nitrique à l'aide de l'électricité, dont nous avons parlé plus haut, peut aussi jouer un grand rôle, avec cette différence toutefois qu'au lieu d'être destinée à satisfaire seulement les besoins du pays, elle va pouvoir faire l'objet d'exportation, grâce à la situation exceptionnellement favorable de la Colombie britannique par rapport au canal du Panama.

Enfin l'exploitation des minerais et l'affinage du cuivre existant dans le pays, de même que la production des carbures de calcium, pourraient être faites avantageusement, grâce au voisinage des sources de l'énergie hydraulique. En somme, le pays tout entier constitue un vaste champ pour l'étude et l'exploitation des forces hydrauliques, car il n'existe aucun endroit de la Colombie britannique où leur utilisation ne puisse créer ou développer quelque industrie.

J. VICHNIAK,
Ingénieur E. S. E.

MOTEURS HYDRAULIQUES.

Sur un appareil destiné à purger les eaux d'alimentation des turbines du sable et du limon qu'elles tiennent en suspension, afin d'éviter l'usure rapide de ces appareils.

Bien que la France soit un pays des mieux dotés sous le rapport de l'importance des chutes d'eau, jusqu'à présent l'aménagement de ces dernières et la création d'usines hydro-électriques ne se sont développés qu'avec une certaine lenteur; actuellement, un quart au plus de la force motrice utilisable a été captée et aménagée.

Les nécessités de la guerre actuelle qui, au moment même où le charbon devient de plus en plus cher, exigent une consommation énorme de force motrice pour la préparation du matériel de guerre, des explosifs et de divers produits dont le pays a le plus grand besoin, ont eu pour effet d'activer, sous la poussée énergique du Gouvernement, les travaux d'aménagement de nombreuses chutes importantes, qui avaient reçu un commencement d'exécution ou étaient en projet lors de l'ouverture des hostilités.

Après la guerre, alors que la main-d'œuvre sera devenue plus rare et plus coûteuse, il conviendra de recourir le plus possible à l'emploi de la force motrice hydraulique. L'aménagement de nouvelles chutes répondra à cette préoccupation. Elle aura aussi pour effet de réduire, dans une certaine mesure, l'importation de la houille, pour laquelle la France, tributaire en grande partie de l'étranger, débourse chaque année des centaines de millions de francs.

Il est donc de l'intérêt du pays d'exploiter dans la plus large mesure, comme source d'énergie, les nombreuses chutes d'eau non encore aménagées, dans les régions montagneuses principalement.

Une des difficultés les plus sérieuses que rencontre l'utilisation de chutes de montagne, celle des Alpes en particulier, provient de ce que les eaux entraînent presque toujours avec elles, en grande quantité, des blocs, des cailloux, des graviers, des sables plus ou moins fins, et enfin des limons. Les gros blocs et les cailloux sont arrêtés en partie à l'origine des dérivations, et en partie sur le parcours des canaux d'amenée, dans des bassins de décantation où l'eau, en s'épanouissant, perd de sa vitesse, ce qui provoque le dépôt des plus volumineux des matériaux solides entraînés. Ils sont ensuite expulsés par des chasses d'eau périodiques qui les rejettent dans

le lit du torrent, lequel les véhicule jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés de nouveau par les ouvrages de dérivation d'une autre usine située en aval de la première. Cette seconde usine les rejette à son tour par des chasses, et les matériaux arrivent finalement en un point du lit où ils se déposent, faute d'une pente suffisante pour continuer leur mouvement de descente.

Le procédé de décantation qui vient d'être indiqué est suffisant pour empêcher l'entrée des matériaux volumineux dans les chambres de mise en charge. Mais les limons et surtout les sables d'une certaine finesse ne se déposent que partiellement dans les bassins de décantation, de sorte que, à défaut de mesures spéciales pour purger l'eau alimentaire de ces sables, ils sont entraînés jusque dans les conduites forcées et projetés avec une grande puissance contre les aubages des turbines qu'ils usent, rongent, et mettent hors de service en un temps plus ou moins long, selon leur abondance dans les eaux et la vitesse du courant (*fig.* 1).

Dans ces conditions, l'usure des turbines de hautes chutes en pays de montagne est parfois très rapide, et nombreux sont les cas où des appareils d'une valeur de 30 000 fr, 40 000 fr et même 50 000 fr ont été mis complètement hors de service en quelques années, parfois même en quelques mois.

Il est donc du plus grand intérêt d'empêcher l'introduction des limons et surtout des sables dans les conduites forcées. Divers procédés ont été proposés et mis en application dans ce but. L'un des plus récents, appliqué à l'usine hydro-électrique du Flamisell (Espagne), consiste à conduire l'eau trouble dérivée vers un bassin de décantation, ou dessableur, dans lequel le liquide envoyé dans une vaste cavité inférieure remonte, et passe de bas en haut à travers les mailles d'une grille horizontale qui s'oppose au passage des corps solides en suspension. Le sable se dépose sur le fond de la cavité inférieure, d'où il est renvoyé par des chasses à la rivière.

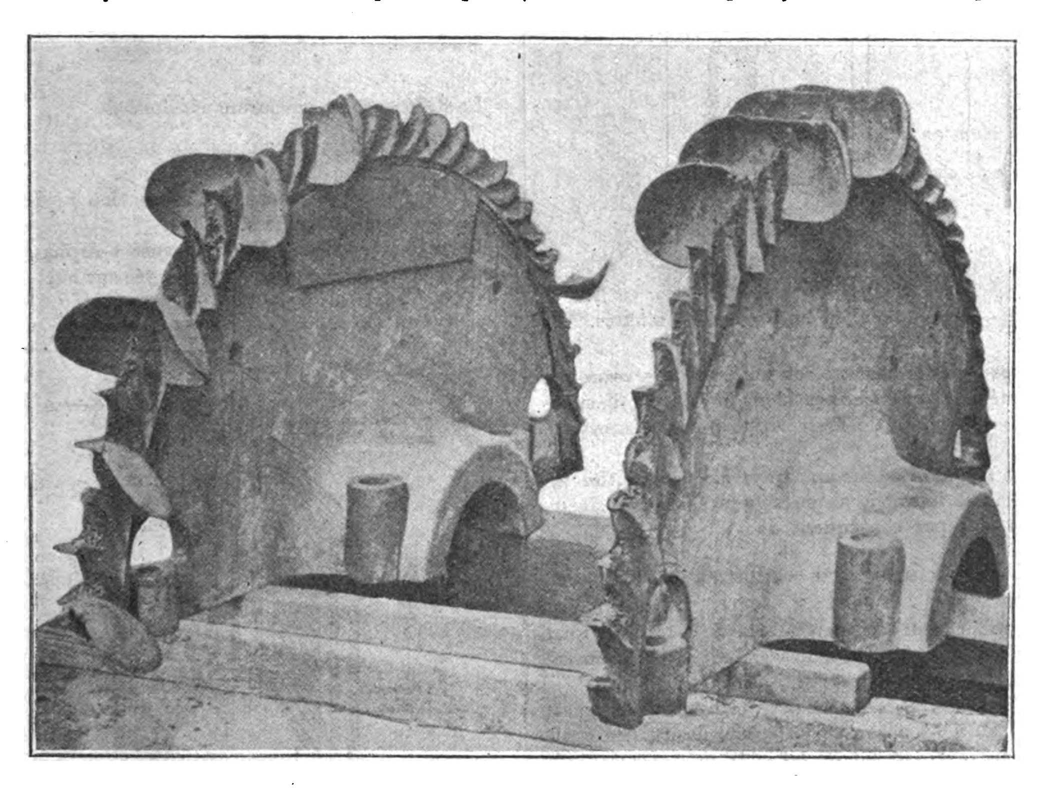


Fig. 1. — Roue à godets usée par le sable.

Nous nous proposons de chercher à arriver au même résultat par un nouveau procédé, absolument différent de ceux qui ont été employés jusqu'à présent et dont le principe, qui nous a été suggéré par l'analyse du fonctionnement des écrémeuses et des pompes centrifuges, consiste à utiliser les propriétés de la force centrifuge pour séparer les matières solides en suspension, de l'eau qui les véhicule.

Il nous faut tout d'abord décrire avec quelques détails les appareils employés dans les beurreries pour séparer les éléments constitutifs du lait en deux parties : la crème qui produit le beurre, et le petit lait contenant la caséine.

Il existe divers systèmes d'écrémeuses : nous citerons seulement, à titre d'exemple, deux d'entre eux qui présentent de grandes différences comme dispositions :

Le premier système est constitué (*fig.* 2) par une cuvette cylindrique en métal de 0,40 m de diamètre, à fond plat, dont les bords supérieurs se resserrent et forment un col de 0,22 m de diamètre relevé verticalement.

La hauteur totale de cette cuvette est de 0,30 m et sa contenance de 20 litres.

A l'intérieur se trouvent disposées, suivant les rayons, des ailettes verticales de 0,05 m de largeur environ,

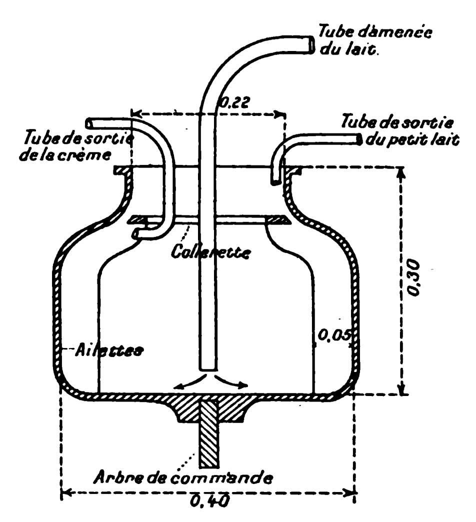


Fig. 2. — Coupe d'une écrémeuse à bol à ailettes.

faisant corps avec la cuvette, et reliées à une couronne mince, en métal, placée horizontalement à la partie supérieure du bol, séparée de l'enveloppe par un intervalle de 6 mm environ.

Cette cuvette, montée sur un axe vertical, est actionnée par un moteur et tourne à 70 tours par seconde; la vitesse périphérique est par conséquent de

$$3,14 \times 0,40 \times 70 = 88 \text{ m : sec.}$$

Le lait venant d'un récipient supérieur arrive au fond de l'appareil par un tube descendant verticalement jusqu'à quelques centimètres du fond.

Mais le lait naturel, dont la densité est de 1045 g, est composé de 10 à 14 pour 100 de crème de densité égale à 965 g et, pour le surplus, de 90 à 86 pour 100 de petit lait contenant la caséine, de densité égale à 1045 g.

La différence de 80 g par litre entre les densités de ces deux substances est suffisante pour que, sous l'action de la force centrifuge développée par la rotation rapide de l'appareil, le petit lait soit projeté contre la paroi de la cuvette où, après avoir été arrêté dans son mouvement de rotation par les ailettes verticales, il s'élève verticalement, alors que la crème s'en sépare et occupe une position qui lui est concentrique intérieurement.

Le petit lait en s'élevant, s'incurve en suivant le rétrécissement de la partie supérieure de la cuvette; il remonte enfin contre les parois du col où il est recueilli par un tube courbé, dont l'orifice est horizontal, dans lequel il pénètre par suite de la vitesse de rotation de l'appareil; il s'y élève pour s'écouler enfin extérieurement.

Quant à la crème, dont le mouvement de giration est également arrêté par les ailes verticales situées à l'intérieur du bol, elle s'accumule sous la couronne horizontale, où elle est finalement recueillie par un tube à orifice horizontal.

Le débit de cet appareil est d'environ 400 litres à l'heure.

La vitesse de rotation étant, comme on l'a vu, de 88 m par seconde, si l'on considère un volume de 1 litre de chacun des liquides soumis à la force centrifuge, l'intensité de cette force sera, en kilogrammes : pour le petit lait, de

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{1045}{9,81}\,\frac{88^2}{0,20} = 4109,32$$

et, pour la crème, de

$$\frac{0,965}{9,81}\,\frac{88^2}{0,20} = 3808,82.$$

La différence de ces forces est donc de

$$4109,32 - 3808,82 = 300,50 \text{ kg.}$$

Elle suffit pour amener une séparation rapide et complète des deux substances.

Le second système, dit écrémeuse « Alpha », se compose (*fig.* 3) d'une cuvette fixe montée sur bâti, entourant

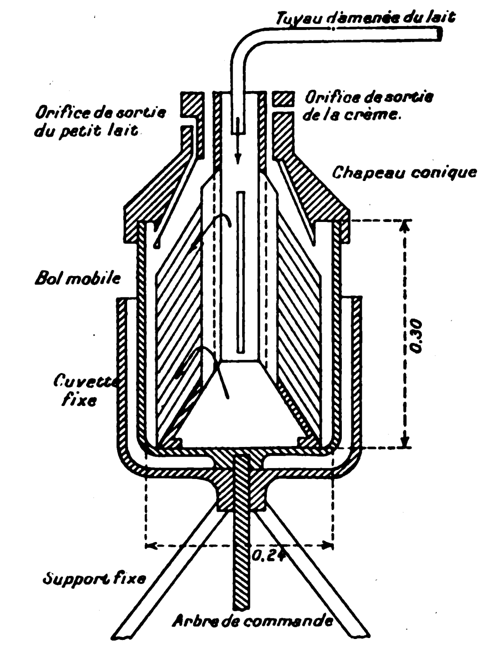


Fig 3. — Coupe d'une écrémeuse « Alpha ».

un bol mobile cylindrique en métal, de 0,24 m de diamètre intérieur et 0,30 m de hauteur totale, monté sur un axe inférieur vertical qui reçoit son mouvement de rotation d'un moteur, au moyen d'une transmission par courroie.

A l'intérieur de ce bol, on place un cône dont la face inférieure repose sur le fond; il est surmonté d'un tube de 0,05 m de diamètre, muni extérieurement de quatre arêtes verticales traversées par une fente. Au-dessus du cône sont montés 27 abat-jour en tôle mince, séparés

par un intervalle de 0,001 m. Le lait étant introduit par le tube central sort par les quatre fentes verticales et se trouve entraîné dans le mouvement de rotation par l'adhérence du lait aux plaques.

Le cône porte-abat-jour est, à son tour, recouvert par un chapeau conique vissé sur la partie supérieure du bol et jointif, muni d'un rebord saillant concentrique dans lequel débouchent six tubes remontant contre la paroi interne du cône, dont les orifices de sortie sont à l'extérieur du col du chapeau. Pour que les ajutages de sortie du petit lait et de la crème soient fixes, on monte encore, au-dessus du chapeau, sur la cuvette fixe du bâti, deux récipients superposés, dont le fond correspond au niveau des orifices de sortie du petit lait et de la crème.

Sous l'action de la force centrifuge développée par une rotation de 90 tours par seconde, le petit lait se sépare de la crème et est projeté contre la paroi du bol, le long de laquelle il s'élève d'une manière continue, pour sortir enfin par les tubes du chapeau conique. La crème, de son côté, s'accumule concentriquement et au-dessus des abat-jour; elle sort finalement par une ouverture ménagée dans le col du chapeau, au-dessus des trous de sortie du petit lait.

La vitesse périphérique est de

$$3{,}14 \times 0{,}24 \times 90 = 67{,}90 \text{ m : sec},$$

et le débit de ce petit appareil est d'environ 2160 litres par heure, soit 0,60 l : sec.

La force centrifuge développée, exprimée en kilogrammes, est pour un litre de chacun de ces liquides, de : pour le petit lait

$$\frac{1{,}045}{9{,}81}\,\frac{67{,}90^2}{0{,}12} = 4092{,}66$$

et, pour la crème, de

$$\frac{0{,}965}{9{,}81}\,\frac{67{,}90^2}{0{,}12} = 3779{,}35$$

La différence de ces forces est donc de

$$4092{,}66 - 3779{,}35 = 313{,}31 \text{ kg}$$

soit sensiblement la même que pour le premier système d'écrémeuse. Aussi les deux appareils donnent-ils des résultats également satisfaisants, bien que de l'un à l'autre, la vitesse périphérique varie dans d'assez grandes proportions.

Voyons maintenant comment on peut appliquer les principes qui précèdent au cas qui nous occupe, et considérons d'abord une pompe centrifuge ordinaire en fonctionnement, aspirant par exemple de l'eau sableuse ou vaseuse. Analysons ce qui se produit (*fig.* 4).

L'eau sableuse ou vaseuse, arrivée à l'ouïe, pénètre dans la turbine de la pompe, est prise dans les aubes et entraînée dans leur mouvement de rotation, tout en s'éloignant du centre avec une vitesse croissante, d'autant plus considérable que la rotation de la turbine est elle-même plus rapide.

Cette eau sort ensuite des aubes, est projetée dans la capacité fermée de l'enveloppe où elle tourbillonne, subit des chocs, et perd finalement une grande partie de sa force vive; enfin elle sort du tuyau de refoulement avec une vitesse qui est fonction de la section de ce conduit et du débit; l'expérience montre que l'eau ainsi rejetée est exactement dans le même état que celle qui a été pompée, c'est-à-dire aussi sableuse et vaseuse.

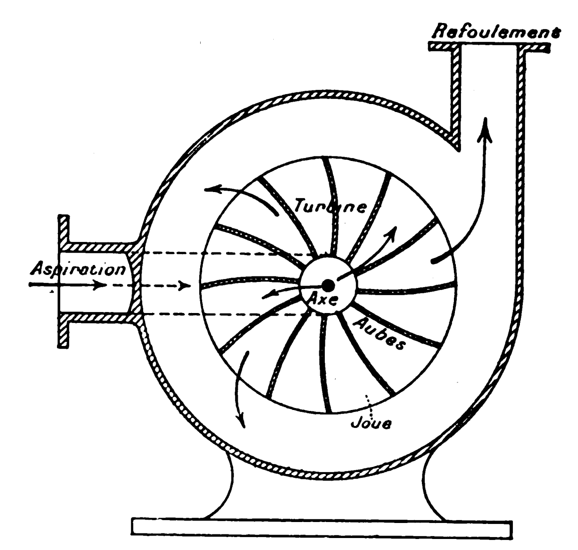


Fig. 4. — Coupe d'une pompe centrifuge.

Les particules des matières en suspension, dont le poids spécifique est plus grand que celui de l'eau (car le poids spécifique du sable est de 2,650 et celui des matières terreuses sèches de 2,050 environ), ne sont, pourtant, pas aussi rapidement entraînées que l'eau par la rotation, à cause de leur inertie plus grande; elles se séparent donc partiellement de l'eau et se rapprochent des parois des aubes *contre lesquelles elles viendraient se grouper si leur séjour dans le cloisonnement de la turbine était assez prolongé.* Mais, d'autre part, et à cause de la différence de leurs masses, les mêmes particules de matières solides acquièrent une vitesse relative de sortie plus considérable que l'eau; elles sont donc projetées plus rapidement et plus tôt hors de la turbine que l'eau pure; autrement dit, les particules solides de sable et de vase en suspension dans l'eau refoulée acquièrent un mouvement propre au sein de ce liquide qui leur permet de suivre l'impulsion de la force centrifuge à laquelle elles sont soumises.

Quand, ensuite, les particules solides, d'autant plus rapprochées les unes des autres ou condensées qu'elles ont été soumises plus longtemps à l'action de la force centrifuge, sont rejetées dans l'enveloppe, les chocs et les tourbillonnements qui se produisent les mélangent de nouveau intimement à l'eau, et cette dernière sort à l'état d'eau sableuse ou trouble, exactement semblable à celle qui est entrée dans la turbine.

Il suffira donc, pour séparer complètement les éléments de l'eau sableuse ou trouble, de faire en sorte que ce dernier mélange ne se produise pas, c'est-à-dire de disposer le corps de la turbine de telle sorte qu'à la sortie des aubes, les par-

ticules solides continuent, sous l'action de la force centrifuge, à se grouper à la périphérie de l'appareil en rotation et à se séparer de l'eau pure.

Tel est le principe du procédé très simple sur lequel est fondé le système de clarification instantanée de l'eau à particules solides aspirée par les pompes centrifuges, que nous allons maintenant décrire.

La clarification de l'eau paraît pouvoir être obtenue avec des appareils rotatoires diversement disposés.

Nous estimons pourtant qu'il suffit, pour arriver à un bon résultat, d'utiliser une pompe centrifuge dans laquelle les aubes seraient disposées coniquement, de manière que l'eau trouble subisse rapidement l'action de la force centrifuge, sans éprouver des remous susceptibles de troubler le travail de séparation.

Le sable et le limon ayant la propriété de se séparer instantanément de l'eau, une turbine de clarification pourrait avoir des dispositions analogues à celles que représentent les figures 5 et 6, qui s'appliquent à un appareil capable de débiter un volume d'eau clarifiée de 2 m³ par seconde.

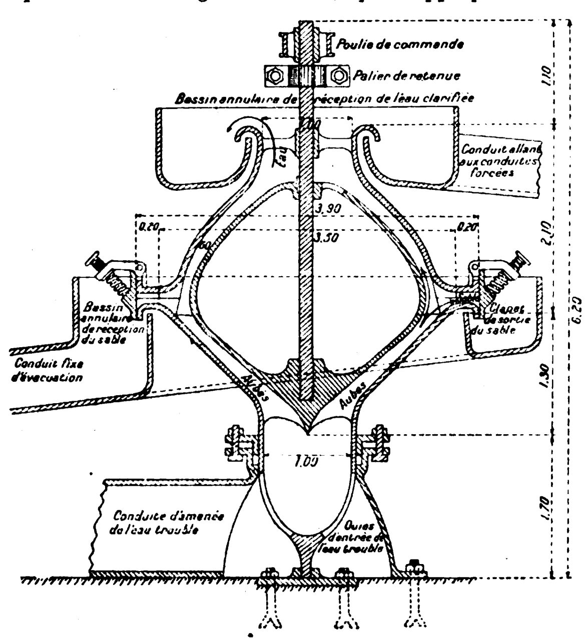


Fig. 5. — Coupe verticale d'une pompe-turbine de clarification entièrement fermée.

La turbine, dont la forme se rapproche de celle des pompes du système Rateau, qui ont donné d'excellents résultats, est à aubes radiales. Cet appareil serait placé en aval du bassin de mise en charge, à l'origine des conduites forcées (*fig.* 7), point qui nous paraît le plus convenable pour les raisons qui seront indiquées plus loin, et à un niveau tel que l'orifice de sortie de l'eau clarifiée soit au niveau de l'eau dans la chambre de mise en charge des conduites forcées, afin qu'il n'y ait pas élévation de l'eau. La chambre de mise en charge serait alors partagée en deux compartiments séparés par la chambre logeant la pompe-turbine (*fig.* 7).

Cette dernière est supposée à axe vertical; elle recevrait l'eau venant du bassin de décantation par la partie supérieure (*fig.* 5 et 7).

La pompe, à l'origine inférieure des aubes, aurait 1 m de diamètre; celles-ci seraient espacées de 0,02 m environ, afin de constituer une sorte de cloisonnement ayant pour effet de supprimer les remous, et de soumettre instantanément l'eau à l'action de la force centrifuge.

Le sable projeté contre la paroi inférieure, dès que l'appareil recevrait un mouvement de rotation autour de son axe, s'élèverait contre cette paroi inclinée à 45°, jusqu'à ce qu'il soit arrivé au niveau des orifices de sortie; là il rencontrerait des plans verticaux affectant une forme étoilée, qui le rejetterait vers ces orifices (*fig.* 6).

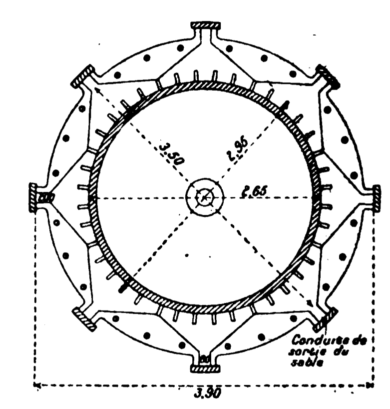


Fig. 6. — Coupe horizontale d'une pompe-turbine au niveau des conduits de sortie du sable.

Durant ce trajet, qui doit durer une demi-seconde environ, il faut que l'eau soit entièrement débarrassée des sables et limons qu'elle tient en suspension; si donc l'eau entre avec une vitesse de 2,50 m, correspondant au débit prévu de 2000 litres par seconde, il faudra que la longueur verticale de la turbine, de l'origine à l'extrémité supérieure des aubes, soit de 1,25 m au moins.

Le diamètre intérieur de la turbine, mesuré au niveau et à l'origine des orifices, serait dans ce cas, de 3,50 m. Afin de faciliter l'éloignement rapide de l'eau du centre de la turbine, la paroi conique externe serait doublée à une distance minimum de 0,06 m par un corps intérieur en forme de poire creuse, qui guiderait l'eau vers les orifices de sortie du sable (*fig.* 5).

La turbine serait coiffée par un chapeau conique, boulonné sur la collerette de la partie inférieure, dont le col, de 1 m de diamètre intérieur, s'évaserait pour déverser l'eau clarifiée dans un bassin annulaire fixe d'où elle s'écoulerait dans la chambre de mise en charge. Ces dispositions n'ont d'ailleurs rien d'absolu, car on pourrait encore rejeter l'eau clarifiée par un tuyau coudé monté par presse-étoupes sur le col supérieur de la pompe, que l'arbre de commande traverserait par un autre presse-étoupes. L'arbre de la turbine serait maintenu ensuite par un palier au-dessus duquel serait placée la poulie de commande.

Les orifices de sortie du sable et du limon seraient

munis de clapots ou de soupapes à ressorts réglables de la manière expliquée ci-après.

Ceci posé, admettons que cette turbine tourne à 300 tours par minute ou 5 tours par seconde. La vitesse tangentielle à la sortie des aubes sera de

$$3,14 \times 3,50 \times 5 = 55 \text{ m : sec},$$

mais à l'extrémité des conduits de sortie, dont la longueur est de 0,20 m, elle atteindra

$$5 \times 3,14 \times 3,90 = 61,25 \text{ m}.$$

Les particules de sable et de limon seront projetées instantanément contre les plans obliques disposés en forme étoilée (*fig.* 6), et se réuniront dans les conduits de sortie.

Pour nous rendre compte des conditions de fonctionnement, supposons 1 dm³ de sable de densité 1,600, dont les vides 0,400 sont remplis d'eau, et 1 dm³ d'eau pure de densité 1,00, placés de telle manière que leurs centres de gravité se trouvent l'un et l'autre à 0,10 m de l'orifice de sortie; nous aurons pour la différence des forces centrifuges auxquelles sont soumis ces deux corps :

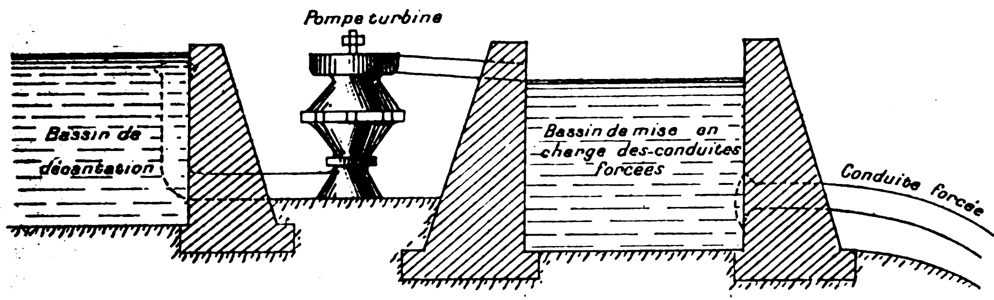


Fig. 7. — Schéma du montage d'une pompe-turbine.

Sable et eau,

$$\frac{2000}{9,81}\,\frac{58,10^2}{1,85} = 372,550 \text{ kg};$$

Eau claire,

$$\frac{1000}{9,81}\,\frac{58,10^2}{1,85} = 186,275 \text{ kg};$$

$$372,550 - 186,275 = 186,275 \text{ kg}.$$

Le volume de l'un des tuyaux de sortie du sable ou du limon étant de $3,14 \times 0,04^2 \times 0,20 = 1$ litre, on voit que le sable contenu dans ce tuyau exercera, sous l'effet de la force centrifuge, une pression égale à

$$\frac{186,275}{1,000} = 186,275 \text{ kg}$$

sur le clapet de fermeture de l'orifice, soit 3,726 kg par centimètre carré, en faisant abstraction de la pression due à l'eau contenue entre la paroi interne de la turbine et l'origine des conduits de sortie du sable.

Remarquons ici que, dans l'opération de séparation du petit lait et de la crème dont nous avons parlé antérieurement, la proportion de chacun des deux éléments à séparer est peu variable. La situation est toute différente en ce qui concerne la proportion des sables en dissolution dans l'eau des torrents à régime glaciaire surtout. D'après les indications fournies par les *Annales suisses d'Hydrographie* [1], il a été constaté que, le 6 avril 1915, l'eau du torrent de l'Arve qui contenait 0,042 g de troubles par litre à 10 h, en contenait 2,660 g par litre à 16 h 30 m. La proportion avait donc augmenté de 1 à 64 en 6 heures et demie de temps.

Du résultat de nombreuses expériences faites en Suisse, il appert que le débit solide et le débit liquide d'un même torrent varient dans le même sens, chaque chute importante de pluie déterminant, en même temps qu'une crue, une augmentation d'apport de sable. La vague de sable croît et décroît plus rapidement que la vague d'eau, ce qui provient du fait que l'eau de pluie, en ruisselant, lave le terrain au commencement de la crue. Lorsque la crue atteint son maximum, le terrain est déjà naturellement lavé, et le ruissellement n'entraîne plus que peu de matières.

De là il résulte que, dans notre appareil, pour une vitesse de rotation donnée, le ressort qui tend à maintenir le clapet fermé doit être réglé de telle sorte que ce dernier ne puisse s'ouvrir que lorsque le sable et le limon véhiculés par les eaux développeront, par leur accumulation dans le tuyau de sortie, une pression supérieure à la résistance du clapet. En temps de crue, le tuyau de sortie donnera ainsi passage d'une manière continue aux matières solides mélangées avec l'eau contenue dans les vides du sable; seule l'eau claire ne pourra pas sortir par le même orifice, parce que la pression qu'elle exercera sera insuffisante pour ouvrir le clapet; elle continuera donc son mouvement ascensionnel pour déboucher dans la conduite forcée, il en résultera une perte de liquide qui se réduira à l'eau contenue dans les vides du sable, soit au plus 1 litre par mètre cube, ce qui est insignifiant.

Si, à un autre moment, l'eau est complètement claire, elle s'écoulera en entier par la conduite forcée. Dans le cas intermédiaire où l'élément solide serait peu abondant, les sables s'accumuleront petit à petit dans les conduits de sortie, jusqu'à ce que leur pression sur les clapets devienne suffisante pour en provoquer l'ouverture. Une

[1] Étude intitulée : *Le charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse* (Berne, 1916).

fois les ressorts convenablement réglés, la marche de l'appareil sera donc automatique.

Les matières solides pourront être recueillies dans une couronne annulaire fixe et écoulées ensuite par la gravité jusqu'au point de dépôt choisi.

Ce système de turbine fermée, qui pourrait au besoin être muni d'une enveloppe fixe, est susceptible de nombreuses applications. Nous estimons que, pour la clarification des eaux troubles, il conviendrait parfaitement.

Il est à peine besoin de faire remarquer que si la différence des forces centrifuges que nous venons de considérer était, en pratique, insuffisante pour soulever les clapets en temps voulu, rien ne serait plus simple que de l'augmenter en faisant tourner l'appareil un peu plus rapidement, ce qui ne présenterait aucun inconvénient, la vitesse de 300 tours par minute que nous avons admise dans notre exemple étant faible. Il résulte, d'ailleurs, d'expériences faites par M. Rateau que le rendement total des turbo-pompes croît avec la vitesse de rotation : on peut donc, comme il l'a fait, les animer sans inconvénients d'un mouvement de rotation beaucoup plus rapide (jusqu'à 300 tours par seconde).

Nous avons vu au début de notre étude que, pour partager le lait en crème et petit lait, dont la différence de densité est de 80 g par litre, il fallait, avec une écrémeuse « Alpha », atteindre une vitesse tangentielle de 68 m environ par seconde. Pour séparer de l'eau les particules de sable et de limon, qui ont plus de masse individuelle, plus de densité, et moins de viscosité que les molécules de crème, il faudra évidemment moins de vitesse de rotation, c'est-à-dire moins de force centrifuge.

Si l'on admet que le sable et le limon se séparent de l'eau à un état d'agglomération assez ferme, correspondant à une densité de 1,600 pour le sable et 1,280 pour le limon, les différences entre la densité de l'eau et celle du sable, d'une part, et du limon de l'autre, seront respectivement de $\frac{0,600}{80}$ et de $\frac{0,280}{80}$, c'est-à-dire 7,50 et 3,50 fois plus grandes que les différences existant entre le petit lait et la crème.

On pourra donc se contenter, pour la turbine, d'une vitesse de rotation assez faible, sans nuire à la séparation de l'eau et des éléments qu'elle tient en suspension. D'autre part, en se basant sur ce qui se passe dans les écrémeuses, on peut admettre que l'eau sableuse ou trouble devra rester soumise à l'action de la force centrifuge pendant une demi-seconde environ, pour que la séparation du sable, du limon et de l'eau s'effectue complètement.

Comme tout principe connu dont une application nouvelle est envisagée, notre système peut soulever diverses objections.

Nous allons les faire nous-même, et y répondre autant que nous le pourrons.

On peut objecter :

1° Que la séparation de l'eau, du sable et du limon ne se fera pas;

2° Qu'elle se fera trop lentement;

3° Que les remous créés dans la turbine empêcheront la séparation des matières.

A la première objection, nous répondrons par l'exemple de la crème qui, bien que composée de molécules infiniment petites, se sépare nettement du petit lait. Donc, le sable et le limon qui sont composés de particules beaucoup plus denses, plus lourdes et plus grosses que les molécules de crème, devront se séparer de l'eau pure avec bien plus de facilité et de rapidité.

A la seconde observation, nous répondrons qu'il suffira de donner à la turbine des dimensions telles, dans le sens du cheminement de l'eau trouble, que cette eau reste soumise dans les tubes à l'action de la force centrifuge pendant un temps suffisant pour que la séparation soit complète. Cette durée ne peut évidemment être déterminée que par l'expérience, mais elle est très courte.

Si, d'autre part, les essais démontraient que la force centrifuge développée par la vitesse de rotation indiquée pour la pompe type n'était pas assez grande, il suffirait de modifier les dimensions de la turbine ou d'augmenter la vitesse pour obtenir le résultat cherché.

Si, enfin, il était constaté que des remous créés dans la turbine empêchaient la séparation des matières, on pourrait arrêter ces remous par des dispositifs appropriés, cloisons, ailettes, etc.; mais en admettant, pour mettre les choses au pis, que cette séparation ne puisse être réalisée, on aurait toujours la ressource de séparer la pompe proprement dite, dans le cas d'aspiration de l'eau, de la turbine de clarification, en les montant à côté l'une de l'autre, au lieu de les condenser en un seul appareil d'aspiration et de clarification. Dans ce cas, il faudrait évidemment un peu plus de force motrice.

Nous croyons donc, en définitive, qu'en tout état de cause, il est possible de modifier les pompes centrifuges actuelles, de manière à opérer dans leur sein la clarification complète des liquides aspirés et refoulés, sans dépense élevée de force motrice; mais seule, l'expérience peut déterminer les meilleures dispositions à adopter pour un bon fonctionnement.

Nous avons pu, d'ailleurs, reconnaître par une expérience directe, la possibilité de purger l'eau des sables et limons qu'elle tient en suspension, en recourant aux effets de la force centrifuge.

L'un de nous ayant eu l'occasion d'entreprendre des recherches relativement à la séparation en pompage de la vase contenue dans l'eau de mer refoulée pour surélever le plan d'eau des bassins du port de Saint-Nazaire, au moyen du système décrit de pompe-turbine de clarification et de séparation, a effectué quelques essais de clarification de l'eau vaseuse des bassins de Saint-Nazaire, à la teneur de 2 g de vase sèche à 100° par litre, en utilisant une écrémeuse de 0,40 m de diamètre (premier système ci-dessus décrit).

L'eau vaseuse étant introduite d'une manière continue dans l'appareil, nous avons pu constater qu'elle se clarifiait si rapidement, que la plus grande quantité de vase s'accumulait à la partie inférieure du bol; quant aux parties les plus fines, elles tapissaient la paroi sur la plus grande partie de sa hauteur: Comme cette paroi était verticale à la partie inférieure et se rétrécissait à la partie supérieure, la vase ne pouvait sortir de l'écrémeuse.

Nous avons ensuite fait tourner l'appareil à une vitesse de circulation de 27 m à 30 m seulement, et nous avons constaté que la clarification se faisait aussi bien, ou



presque aussi bien, qu'avec la vitesse maximum de 68 m.

En réalité, comme l'écrémeuse n'était pas disposée en vue d'opérer la séparation de l'eau et de la vase, la clarification n'était pas absolument complète, mais la quantité de vase très ténue qui restait en suspension dans cette eau n'était plus que de 0,1 g par litre, c'est-à-dire 20 fois moindre que dans l'eau primitive.

La vase recueillie dans l'appareil avait une densité de 1,240, correspondant à une teneur en vase sèche de 0,410 g par litre.

Ces résultats, qui sont très concluants, confirment de tous points les déductions que nous avons tirées de la théorie, savoir :

1° Que la séparation du sable, du limon et de l'eau se fera;

2° Qu'elle s'effectuera très rapidement;

3° Qu'il sera nécessaire de donner, comme nous l'avons dit, une forme évasée à la turbine, afin que le limon, qui est visqueux, puisse s'élever sous l'action de la force centrifuge, et sortir sans difficultés de l'appareil, comme le sable.

La mise en pratique de ce procédé pourra donc se faire après quelques essais seulement.

La vitesse de l'eau dans les conduites forcées des hautes chutes étant parfois considérable, si, dans ces conditions, on intercalait les pompes de clarification entre ces conduites et les turbines motrices, il faudrait d'abord donner un plus grande longueur à l'appareil de clarification, afin de permettre à l'eau sableuse ou trouble de séjourner un temps suffisant dans les aubes de la pompe pour que la séparation du sable s'effectue; d'autre part, il faudrait animer cet appareil d'une plus grande vitesse de rotation.

Il semble donc préférable de placer les appareils de clarification à l'origine des conduites forcées, sur des tuyaux faisant communiquer le réservoir de décantation avec un petit bassin de réception de l'eau clarifiée, d'où partiraient les conduites (*fig.* 7).

Les pompes de clarification pourraient même être placées horizontalement, si la chose était indiquée par l'état des lieux, car la force centrifuge développée étant prépondérante par rapport à l'effet de la pesanteur, la clarification s'effectuerait sans difficultés.

Ces pompes, beaucoup plus simples de construction que les turbines hydrauliques, et par suite bien moins coûteuses, paraissent ne devoir s'user qu'assez lentement sous l'effet du frottement des sables; leur durée sera donc assez longue, en sorte qu'une fois la première installation terminée, les dépenses d'entretien et de renouvellement du matériel seront minimes.

Il nous reste à examiner la question de force motrice nécessaire à la rotation de la pompe de clarification. La pompe pourrait être commandée, soit par une petite turbien auxiliaire placée près de la pompe et alimentée par l'eau clarifiée, soit électriquement au moyen d'une dynamo située dans l'usine. Le travail moteur nécessaire est difficile à évaluer; pourtant, comme il n'y aurait pas élévation de l'eau, mais simplement modification de son mouvement rectiligne de translation en mouvement composé, le travail nécessaire à la centrifugation serait peu élevé.

Les meilleures dispositions à adopter résulteront évidemment pour chaque cas de la situation des lieux.

Toutefois, il serait utile d'entreprendre quelques essais préliminaires au moyen d'une pompe de clarification d'un diamètre de 0,15 m à 0,20 m, pour se rendre compte des meilleures conditions de fonctionnement. Ces essais ne nécessiteraient pas de dépenses très élevées; ils pourraient être entrepris, soit dans une usine hydro-électrique existante en chômage, soit dans une usine en construction, avant sa mise en service.

Étant donnée leur importance économique, nous espérons que, malgré l'absence, en France, de tout laboratoire hydro-technique outillé en vue d'opérations de ce genre, et à défaut de la Société hydro-technique de France, qui paraît avoir renoncé momentanément à poursuivre ses études, un autre groupement, tel que le Syndicat des Forces hydrauliques, consentira à s'intéresser à la question. Notre seul désir est de voir entrer, dans le domaine de la pratique, un nouveau procédé de décantation des eaux d'alimentation des turbines, qui nous paraît venir tout particulièrement à son heure, au moment où la mise en valeur de nos chutes d'eau est sur le point de prendre un essor remarquable. Notre entière collaboration est acquise à ceux qui estimeraient que notre proposition mérite d'être prise en sérieuse considération.

PAUL LÉVY-SALVADOR,
Chef du Service technique de l'Hydraulique agricole
au Ministère de l'Agriculture.
E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

MOTEURS THERMIQUES.

Le graissage des cylindres des moteurs à explosion.

Dans une communication faite à l'American Society of Naval Engineers, M. G.-S. BRYAN a discuté les conditions dans lesquelles s'opère le graissage des cylindres à combustion interne ainsi que la nature des huiles qu'il convient d'employer à cet effet. Dans son dernier numéro le *Bulletin des Ingénieurs civils de France* donne, pages 511 à 513, le résumé suivant de cette communication.

Les difficultés qu'on rencontre dans le graissage des cylindres des moteurs à combustion interne proviennent des causes suivantes : mauvaise disposition de la machine et de ses appareils de graissage, mauvaise qualité de l'huile, arrivée défectueuse de l'huile au cylindre, et huile, quoique de bonne qualité, non appropriée au type de la machine. Les difficultés provenant des trois premières causes se présentent rarement, et, dans le dernier cas, on y remédie facilement en employant une autre espèce d'huile.

L'action de la chaleur sur les huiles implique deux facteurs, le point de vaporisation et le point d'inflammation. Il est très important que la température du premier soit plus élevée que celle de la surface intérieure du cylindre parce qu'autrement les vapeurs émises par l'huile empêcheraient celle-ci d'adhérer aux parois. Il y a, il est vrai, une vieille théorie qui d'ailleurs n'a jamais reposé sur des faits et qui dit qu'une haute température de volatilisation est nécessaire, sans quoi l'huile brûlerait sans pro-

duire aucun effet lubrifiant. L'auteur est d'avis que, dans cette supposition, on ne tient pas compte de ce que, si la température maximum des gaz dans le cylindre est de 1500° C. et la température moyennne de 500°, une huile se volatilisant vers 220° brûlera plus difficilement qu'une se vaporisant à 160°. Les deux huiles brûleront également si elles restent en contact un certain temps avec les gaz chauds, mais les huiles de graissage ne brûlent pas instantanément et le temps pendant lequel la combustion peut s'opérer est très limité. Peu de moteurs, en effet, tournent à moins de 120 tours par minute et, à ce taux, la partie lubrifiée des parois du cylindre n'est exposée à l'action de la flamme que pendant un quart de seconde, la couche entière d'huile ne saurait être brûlée en si peu de temps et, dès lors, peu importe que l'huile se volatilise à 160° ou à 220°.

Une source de difficultés est dans la formation de dépôts de charbon sur les parois du cylindre; on a dit beaucoup de choses peu exactes sur ce point. Ce qu'on prend pour du charbon contient toujours plus ou moins de matières étrangères telles que rouille, petites particules de fer, etc. Dans les moteurs d'automobile on trouve de la poussière mélangée au charbon et dans les moteurs marins du sel.

Une huile considérée comme impropre à l'usage à cause des dépôts considérables de charbon qu'elle produisait a été récemment étudiée au laboratoire de la Naval Engineering Station et une analyse a été faite de l'huile recueillie dans le creux du bâti sous le coude de l'arbre. Voici les résultats de cette analyse :

	Pour 100.
Huile libre	15
Eau	12
Rouille	11
Sel provenant de l'eau de mer	58
Huile décomposée	2
Charbon	1
Matières diverses	1

Le charbon peut exister dans les moteurs sous deux formes : comme charbon libre tenu en suspension ou comme faisant partie d'hydrocarbures. Sous l'action de la chaleur intense produite dans le cylindre, la surface intérieure de la couche d'huile de graissage est attaquée et, en l'absence d'air pour en opérer la combustion, il peut se produire trois effets : 1° elle peut se volatiliser sans se décomposer; 2° elle peut se décomposer avec formation de carbone libre et d'hydrogène; 3° enfin elle peut se décomposer en produisant des hydrocarbures d'une autre nature.

Dans le premier cas, les produits s'échappent sous forme gazeuse; dans le second, le charbon se trouvera à l'état de poussier et sera entraîné dans l'échappement. Dans le troisième cas, les produits de la décomposition formeront un composé de consistance gommeuse auquel le charbon adhérera et arrivera à constituer des dépôts de charbon dur. La nature des nouveaux composés qui se forment après la décomposition dont il vient d'être question dépend des propriétés des huiles. Les meilléures ne sont pas nécessairement celles qui produisent le moins de charbon, mais celles qui donnent le moins de dépôts charbonneux durs dans les cylindres.

Les huiles provenant de l'asphalte du Sud se sont montrées plus propres au graissage des cylindres des moteurs à combustion interne que les huiles à base de paraffine de Pennsylvanie, au moins sous le rapport de la production de dépôts de charbon. Ces dernières donnent en effet des dépôts très durs et adhérents aux surfaces métalliques, tandis que le charbon provenant des premières est relativement tendre et se détache facilement des parois du cylindre. La cause de ce phénomène est dans le fait que les huiles à base de paraffine sont composées de séries d'hydrocarbures de l'ordre de la paraffine, alors que les autres à base d'asphalte sont formées des séries de l'éthylène et de la naphtaline, et une des différences essentielles est que les secondes ont une tendance marquée à distiller sans se décomposer. Les qualités légères d'huiles pour moteurs sont sensiblement égales dans leurs propriétés, mais pour donner aux huiles provenant de la paraffine plus de viscosité, on trouve nécessaire de les mélanger avec des huiles plus lourdes, et c'est la présence de ces dernières à laquelle on doit attribuer la formation de matières gommeuses. La couleur et la densité des huiles de graissage qu'on voit souvent recommander dans les annonces n'ont aucune valeur pour le consommateur, bien qu'un expert puisse très bien, de la densité et de la temprérarure de volatilisation, déduire l'origine de l'huile présentée.

Science et empirisme dans le développement et dans l'enseignement des machines à vapeur; P.-E. Brunelli (*Elettrotecnica*, 15 juin 1916, p. 359-365). — Le progrès rapide et quelquefois merveilleux de la technique des machines à vapeur a été accompagné par un progrès relativement plus lent des connaissances théoriques. En effet, au delà du minimum indispensable pour les applications technologiques, il y a un grand nombre de problèmes assez importants auxquels on n'a pas encore trouvé une solution. Il est pourtant absolument nécessaire que l'ingénieur constructeur possède, à côté de profondes connaissances scientifiques, une expérience assez étendue, qui puisse le guider là où les indications théoriques sont insuffisantes. — L'auteur passe en revue les problèmes qui se rapportent aux deux points de vue d'importance capitale pour les machines à vapeur, c'est-à-dire la thermodynamique et la résistance de structure. Certaines données physiques sur les propriétés de la vapeur sont encore sous revision, et bien souvent notre connaissance sur l'état de la vapeur dans les conduites et dans les cylindres est fort imparfaite. La prévision théorique du rendement réel serait impossible, si l'on voulait renoncer à tout élément empirique. Pareillement l'application immédiate des principes de l'élasticité et de la résistance des matériaux au calcul des machines à vapeur est extrêmement difficile; et ce sont encore les connaissances pratiques qui doivent venir à l'aide, surtout dans le cas des types spéciaux d'une très grande légèreté. — En conclusion on doit reconnaître que l'art de l'ingénieur mécanicien est entouré de très grandes difficultés et qu'il peut se développer et faire des progrès réels seulement en se basant sur un sage équilibre entre science et empirisme.



ÉCLAIRAGE.

CALCUL DE L'ÉCLAIREMENT.

Éclairement produit par le rayonnement lumineux d'un disque.

Dans le numéro 263 des *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, M. Paul D. Foote donne la solution du problème suivant : Trouver l'éclairement E que produit le rayonnement d'un disque, d'éclat uniforme i et de rayon a, sur un élément de surface parallèle à son plan. On suppose que la loi de diffusion est la loi du cosinus de Lambert et que l'on peut appliquer la loi de l'inverse du carré de la distance. La figure 1 illustre les conditions du problème : OC, perpendiculaire au plan du disque en son centre; D, élément dont on veut déterminer l'éclairement; $CD = x$, perpendiculaire abaissée de D sur l'axe de symétrie OC; B, élément rayonnant de surface $d\omega = \rho\, d\rho\, d\psi$; K distance des deux plans parallèles et r distance BD.

On a pour l'éclairement

$$E = \frac{i\, d\omega \cos^2\theta}{r^2} = \frac{i\rho\, d\rho\, d\psi \cos^2\theta}{r^2},$$

car l'élément de surface en B a pour valeur $d\omega = \rho\, d\rho\, d\psi$.

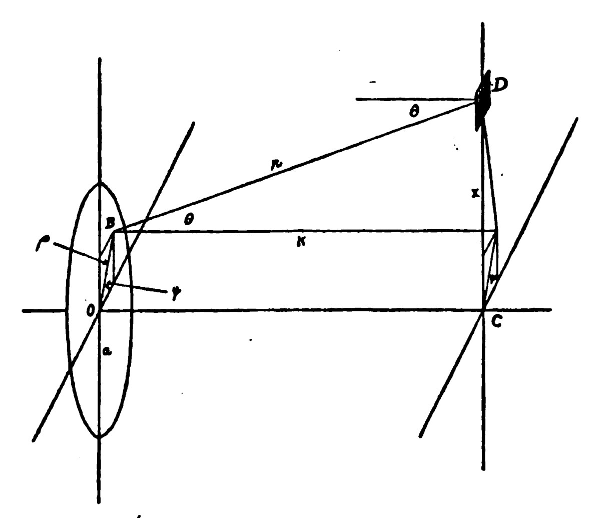


Fig. 1. — Éclairement produit par le disque de centre O sur l'élément D parallèle à son plan.

L'éclairement total s'obtiendra en intégrant le second membre entre les limites o et a pour ρ, et entre les limites o et 2 a pour ψ. D'où, en remarquant : 1° que

$$r^2 = K^2 + (x - \rho \sin\psi)^2,$$

expression que l'auteur remplace par

$$r^2 = K^2 + x^2 + \rho^2 - 2\rho x \sin\psi;$$

2° que

$$\cos\theta = \frac{K}{r},$$

on a

$$E = iK^2 \frac{\rho\, d\rho\, d\psi}{(x^2 + \rho^2 + K^3 - 2\rho x \sin\psi)^2}$$

et

$$\Sigma E = iK^2 \int_0^a \rho\, d\rho \int_0^{2\pi} \frac{d\psi}{(x^2 + \rho^2 + K^2 - 2\rho x \sin\psi)^2}.$$

Pour simplifier les calculs, on pose

$$\cos\alpha = \sin\psi, \qquad P = x^2 + \rho^2 + K^2, \qquad Q = -2x\rho.$$

D'où

$$\Sigma E = iK^2 \int_0^a \rho\, d\rho \int_0^{2\pi} \frac{d\alpha}{(P + Q\cos\alpha)^2}.$$

Il faut que P^2 soit plus grand que Q^2 pour une combinaison quelconque des variables ou des constantes lorsque $K > 0$ avec $x < a$. On trouve alors, après l'intégration par rapport à a,

$$\Sigma E = 2\pi i K^2 \int_0^a \frac{P\rho\, d\rho}{(P^2 - Q^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Pour résoudre la deuxième intégrale, on pose

$$A = x^2 + K^2, \qquad B = -2[x^2 - K^2], \qquad y = \rho^2,$$

et il vient

$$\Sigma E = A\pi i K^2 \int_0^{a^2} \frac{dy}{(A^2 + By + y^2)^{\frac{3}{2}}} + \pi i K^2 \int_0^{a^2} \frac{y\, dy}{(A^2 + By + y^2)^{\frac{3}{2}}};$$

$$(1) \quad \Sigma E = \frac{\pi i}{2}\left[1 - \frac{x^2 + K^2 - a^2}{\sqrt{x^4 + 2(K^2 - a^2)x^2 + (K^2 + a^2)^2}}\right]$$

égale l'éclairement en un point quelconque de l'espace sur une surface parallèle au disque, sauf pour $K = 0$ quand $x = a$.

Cas particuliers. — 1° $x = a$ et $K \neq 0$. Le point est situé sur une circonférence de rayon a dont le plan est parallèle au plan du disque

$$(2) \qquad \Sigma E = \frac{\pi i}{2}\left[1 - \frac{K}{\sqrt{K^2 + 4a^2}}\right];$$

2° $x = 0$ et $K \neq 0$. On a

$$(3) \qquad \Sigma E = \frac{\pi i}{2}\left(\frac{2a^2}{K^2 + a^2}\right).$$

Cette dernière formule avait déjà été établie directement par Hyde.

Il est intéressant de chercher comment varie l'éclairement sur un élément de surface qui se déplace parallèlement à l'axe de symétrie; pour cela, on pose $\frac{\pi i}{2} = 1$ et $a = 1$, et faisant $x = 1$, 1 et K quelconques dans la formule (1); $x = 1$, $K \neq 0$ dans la formule (2); $x = 0$ et $K \neq 0$, dans la formule (3), on obtient des expressions de l'éclairement en fonction de la distance seulement. On peut alors construire des courbes correspondant aux trois cas considérés en portant, en ordonnées, les éclairements, et, en abscisses, les distances K.

B. K.

Pertes de chaleur des filaments incandescents dans l'air; L.-W. Hartmann (*Physical Review*, 2e série, t. VII, avril 1916, p. 431-441). — Dans une précédente communication l'auteur avait signalé qu'en tenant compte de la loi du rayonnement de Stefan-Boltzmann, il avait réussi à établir les lois générales qui gouvernent les pertes de chaleur par conduction et convection d'un corps noir chauffé à l'air libre. Pendant les dernières années, on a déterminé de nouveau la constante σ du rayonnement et l'on se trouve ainsi en présence de deux valeurs qui ont respectivement leurs partisans. Ces valeurs sont : celle de W.-W. Coblentz

$$\sigma = 5{,}61 \times 10^{-12} \text{ watts : cm}^2 \text{ : degrés}^{4}$$

et celle de Gerlach

$$\sigma = 5{,}90 \times 10^{-12} \text{ watts : cm}^2 \text{ : degrés}^{-4}.$$

L'auteur a donc pensé qu'une nouvelle étude des pertes de chaleur éprouvées par des tiges métalliques chauffées à l'air libre s'imposait autant pour corriger les premières lois que pour tirer des résultats numériques et des courbes quelques indications sur la valeur la plus probable de σ. — Les corps noirs expérimentés sont des filaments d'éponge de platine de 0,2 mm à 0,7 mm de diamètre chauffés électriquement. On les dispose en avant d'un four constitué d'un tube en porcelaine mate contenant une pastille d'oxyde de magnésium. Autour du tube est enroulée une couche de fil de platine pour le chauffage de l'intérieur. La température de la pastille est mesurée avec un couple thermo-électrique et un pyromètre Wanner. Il y a égalité de température entre les fils en essai et la pastille quand les fils disparaissent sur le fond de la pastille. Entre 700° C. et 1700° C., on mesure donc la température, le courant et la tension aux bornes des corps noirs successifs. Avec ces données, on construit des courbes ayant pour abscisses les températures absolues et pour ordonnées, les watts absorbés par centimètre de longueur du fil. On déduit maintenant, de ces courbes, les watts qu'il faut fournir aux fils pour les porter aux températures 900°, 1000°, 1100°, ..., 2000° absolus; ensuite, pour les deux valeurs de σ indiquées ci-dessus, on calcule l'énergie rayonnée par un corps noir ayant les dimensions des fils de platine à l'aide de la formule $R = \sigma(\theta^4 - \theta_0^4)$. La différence entre Ui et R représente les pertes par conduction et convection. Pour chaque fil, on construit trois nouvelles courbes a, b, c ayant toujours pour abscisses les températures absolues et pour ordonnées : a, les watts par centimètre calculés; b, les watts par centimètre mesurés et c, les watts par centimètre dissipés dans le milieu ambiant. Les courbes correspondant à une même valeur de σ ont très sensiblement la même allure; mais en traçant les courbes c (pertes) à plus grande échelle, on constate que celles dérivées de la valeur σ de Coblentz présentent beaucoup plus de symétrie que celles basées sur la valeur de Gerlach. D'autre part, le quotient des pertes par les températures absolues est sensiblement constant pour un fil donné; soit alors P les pertes par conduction et convection: on peut écrire $P = k\theta$. La moyenne de k pour les quatre fils est $k = 0{,}0010$. — La séparation des deux pertes exige des opérations spéciales: il faut disposer le fil dans un récipient en verre où l'on fait le vide, puis tenir compte, dans le chiffre des pertes par rayonnement et conduction, de l'absorption du verre pour avoir finalement les pertes par convection; les calculs ont encore été faits pour les deux valeurs de σ. Les courbes relatives à l'absorption par le verre montrent que ces pertes augmentent avec la température et le diamètre du fil. L'inspection des tableaux contenant toutes les valeurs numériques fait ressortir que, pour la plus petite valeur de σ, les pertes par conduction croissent avec la température pour tous les diamètres de fils expérimentés; tandis que, pour les échantillons très fins (0,0194 mm), il y a diminution quand on prend la plus grande valeur de σ. Celle-ci serait donc à rejeter, au bénéfice de la première qui aurait juste la valeur voulue ou même serait aussi un peu trop forte. — La formule suivante, attribuée à Lorenz, permet de calculer l'énergie absorbée par un fil chauffé dans l'air : $E' = A(\Theta^4 - \Theta_0^4) + B(\Theta - \Theta_0)^{\frac{5}{4}}$, où A et B sont des constantes que l'auteur détermine, pour ses quatre fils, par la méthode des moindres carrés. Posant $S = A(\Theta^4 - \Theta_0^4)$, on compare les pertes par conduction et convection : 1° pertes mesurées L; 2° pertes calculées par la formule $L = k\theta$; 3° pertes calculées par la formule $E' - S$; d'autre part, on peut calculer E' pour une température donnée. On constate que E mesuré et E' calculé concordent exactement jusqu'à 1700° absolus; pour le même intervalle de température, les pertes totales sont mieux représentées par $L = k\theta$ que par $E' - S$.

Dispositif G. Dumont pour la protection des lampes électriques portatives dites « baladeuses » (*Bull. de l'Assoc. des Industriels de France*, 1916, n° 27; *Génie civil*, 22 avril 1916, p. 270). — Les lampes portatives, dites *baladeuses*, portées par une poignée à laquelle aboutit un fil souple, ont parfois donné naissance à des accidents, principalement lorsqu'elles étaient alimentées en courant alternatif. M. G. Dumont signale deux accidents mortels qui se sont produits par l'emploi de ces lampes. Dans l'un, l'ouvrier qui nettoyait l'intérieur d'une chaudière tenait la lampe par une monture en cuivre, la lampe s'étant brisée un des conducteurs est venu au contact avec la monture et l'homme a été électrocuté. Dans l'autre accident, l'ouvrier chaussé de sabots à clous, sur un sol mouillé, a pris une lampe attachée à un conducteur à deux fils terminé par un bouchon de prise de courant; saisissant la lampe par sa douille à clé avec la main gauche, l'ouvrier a commencé par enfoncer le bouchon dans la prise de courant, puis, avec la main droite, il a tourné la clé de la lampe pour l'allumer. C'est à ce moment qu'il est tombé électrocuté, en conservant en main la lampe allumée qu'il ne pouvait lâcher. Le courant alternatif monophasé était à 120 volts, 53 p : sec. Dans ces deux cas, il y a eu contact de l'ouvrier avec un ou deux des conducteurs constituant le circuit, et par conséquent passage du courant à travers le corps de l'ouvrier, en bon contact avec la terre. — Pour éviter de tels accidents, M. Dumont propose l'emploi d'une lampe protégée de manière que le contact des conducteurs devienne impossible. Ce dispositif empêche tout contact de la douille de la lampe et évite que l'ouvrier puisse toucher les deux extrémités des conducteurs amenant le courant au filament, en cas de bris de l'ampoule. — Le câble est enveloppé sur toute sa longueur par une garniture en cuir, qui vient s'attacher à une poignée isolante. Cette poignée se visse dans une douille isolante, qui recouvre entièrement le porte-lampe. Enfin sur cette douille isolante se monte la carcasse métallique qui protège l'ampoule contre les chocs qui risqueraient de la briser.

VARIÉTÉS.

ENSEIGNEMENT.

L'enseignement professionnel des ouvriers en France et en Allemagne.

Comment est organisé l'enseignement professionnel ouvrier en France et en Allemagne ? Telle est la question qu'expose M. Élie Bertrand, professeur à l'École nationale des Arts et Métiers d'Angers, dans une remarquable étude sur l'*apprentissage professionnel*, publiée dans le numéro du 15 mars de la *Revue générale des Sciences*. Renvoyant le lecteur à cette source pour les détails nous croyons néanmoins utile d'indiquer sommairement ci-dessous quelques points de cette étude en raison des difficultés déjà rencontrées et qu'on rencontrera plus grandes encore à l'avenir dans le recrutement de la main-d'œuvre qualifiée.

I. D'abord examinons ce qui existe actuellement en France pour la formation des ouvriers.

L'enseignement industriel du degré élémentaire est donné dans les diverses catégories d'institutions suivantes :

1° Les Écoles professionnelles de la Ville de Paris, au nombre de sept; 2° les Écoles nationales d'Horlogerie de Cluses et de Besançon; 3° l'École nationale d'apprentissage de Dellys, en Algérie; 4° les Écoles nationales professionnelles de Nantes, Armentières, Vierzon et Voiron; 5° les Écoles pratiques d'industrie; 6° un certain nombre d'Écoles primaires supérieures ou primaires élémentaires; 7° un certain nombre d'institutions indépendantes de l'État; 8° les Cours professionnels d'adultes.

Sur les sept Écoles professionnelles de Paris six ont pour but de former des ouvriers habiles pour les principaux métiers du bois et du fer; une seule, l'École Estienne, est spécialisée : elle prépare à toutes les industries du livre.

Les Écoles de Cluses et de Besançon sont spécialisées à l'horlogerie.

L'École nationale d'apprentissage de Dellys prépare au travail du bois et du fer.

Les quatre Écoles nationales professionnelles préparent également surtout au travail du bois et du fer; toutefois chacune possède en outre une spécialité : l'électricité et la fabrication des automobiles à Vierzon, le tissage à Armentières et Voiron, les travaux d'art à Nantes. Les élèves, admis au concours après l'obtention du certificat d'études primaires, y reçoivent, durant quatre ans, un enseignement à la fois théorique et pratique; le dessin y occupe une place très importante.

Les Écoles pratiques d'industrie sont, si l'on y comprend les sections industrielles des Écoles pratiques de commerce et d'industrie, au nombre d'une soixantaine et sont fréquentées par environ 10 000 élèves. La durée des études est de trois ans. Les trois métiers fondamentaux enseignés dans presque toutes ces écoles sont : la forge, l'ajustage et la menuiserie. Dans quelques-unes on enseigne aussi des professions spéciales répondant aux besoins régionaux : Boulogne-sur-Mer forme des électriciens et des mécaniciens de la Marine; Thiers forme des couteliers, etc.

Les Écoles primaires supérieures veulent, non pas former des ouvriers, mais simplement développer l'instruction générale des élèves et les préparer au futur apprentissage de leur profession. D'ailleurs, la plupart n'ont pas de sections professionnelles, et sur un effectif total d'environ 30 000 élèves, il n'y en a que 4000 qui reçoivent un enseignement semi-technique.

Dans les Écoles primaires élémentaires, l'enseignement professionnel doit tenir une certaine place, d'après la loi du 22 mars 1882, l'arrêté du 22 juillet de la même année et la circulaire du 20 octobre 1885. Mais, sauf dans quelques villes en fort petit nombre, comme Bordeaux, Bourg et Montluçon, on ne tient aucun compte des instructions nouvelles.

En dehors des écoles de l'État, il existe un grand nombre d'établissements fondés par les municipalités, par des associations diverses ou par de simples particuliers. Beaucoup donnent un enseignement efficace et reçoivent des subventions du Ministère du Commerce qui les fait visiter par ses inspecteurs généraux.

Parmi les principales signalons : les écoles organisées par les municipalités de Lyon (école de commerce et d'industrie et école de tissage), de Nancy (brasserie), de Saint-Étienne (chimie et teinture); les écoles organisées par des groupements professionnels ou des associations diverses de Lille (métallurgie), de Paris (bijouterie, imprimerie, meunerie, électricité, etc.), de Roubaix (filature, tissage, mécanique), de Saint-Quentin (tissage, broderie); enfin les écoles privées de Choisy-le-Roi (forge, ajustage), du Creusot (mécanique), de Lyon (horlogerie).

Les Cours professionnels d'adultes, fondés par des sociétés d'éducation populaire, ont lieu généralement le soir et sont presque tous purement théoriques; leur efficacité dépend des circonstances locales.

L'ensemble des écoles donne l'enseignement à environ 30 000 élèves; les cours d'adultes comptent 65 000 élèves plus ou moins assidus; le tout forme moins du sixième du nombre de jeunes gens de 13 à 18 ans employés dans le commerce ou l'industrie, nombre évalué à 600 000.

II. En Allemagne les institutions d'enseignement professionnel sont très différentes de ce qu'elles sont chez nous. Cela tient à ce que les corporations, abolies en France par la Révolution, se sont maintenues en Allemagne où elles n'ont perdu qu'une faible partie de leur ancienne puissance. L'apprentissage pratique y subsiste et il n'a été besoin que de lui juxtaposer un apprentissage théorique. Celui-ci est donné dans de nombreuses Écoles

de perfectionnement, créées partout, soit par les corporations, soit par les municipalités, soit par l'État et que doivent fréquenter tous les jeunes gens jusqu'à l'âge de 18 ans à moins qu'ils ne justifient qu'ils suivent l'enseignement d'une École industrielle.

Les Écoles industrielles préparent à une profession déterminée; elles sont très nombreuses : à Munich, il n'y en a pas moins de 52 qui, avec les cours facultatifs qui y sont annexés pour les jeunes gens ayant dépassé 18 ans, comptent plus de 2500 élèves.

Généralement l'enseignement est donné dans les Écoles de perfectionnement et dans les Écoles industrielles en dehors des heures de travail à l'atelier : le soir et le dimanche. Cet enseignement dépend beaucoup des conditions locales. Cependant beaucoup d'écoles ont organisé des classes de jour et une certaine uniformité de méthode tend à s'établir.

III. Quelles sont les réformes à apporter à notre enseignement professionnel ?

Suivant M. Bertrand, il convient tout d'abord de donner une grande impulsion à nos Écoles pratiques d'industrie. Malgré leur faveur croissante ces écoles ne sont pas encore assez connues du public. Une fois bien connues, il ne sera généralement pas nécessaire, pour en multiplier le nombre, de procéder à de véritables créations : il suffira, le plus souvent, de transformer les Écoles primaires supérieures, dont l'enseignement, trop général, n'est plus en harmonie avec les besoins économiques de la vie moderne.

La seule réforme que M. Bertrand envisage dans l'organisation des Écoles pratiques industrielles est de reporter à 14 ans l'âge minimum d'admission dans ces écoles : des élèves de 12 et de 13 ans sont trop jeunes pour comprendre certains cours et en tirer profit. Mais c'est à 12 ans que les enfants sortent de l'école primaire. Comment employer les deux années d'intervalle ? On a proposé de rendre l'école primaire obligatoire jusqu'à l'âge de 14 ans comme l'ont fait beaucoup de pays voisins. La solution est excellente surtout si l'on consacre ces deux années à un « préapprentissage » qui permettrait aux jeunes garçons de se découvrir les goûts et les aptitudes qui sommeillent en eux et de choisir plus tard leur profession en conformité avec ces goûts et aptitudes.

Une autre réforme essentielle est l'abolition de la loi qui fait ressortir les 500 Écoles primaires supérieures du Ministère de l'Instruction publique et les 60 Écoles pratiques d'industrie du Ministère du Commerce; il est indispensable de mettre un terme à la rivalité des deux Ministères en donnant la direction de tous les établissements scolaires à un seul et même organe : le Ministère de l'Éducation nationale.

MACHINES ET OUTILS.

Machines à polir les billes.

Nous donnons ci-après, d'après une étude de M. Joseph Horner [1], quelques renseignements concernant les machines à polir les billes de roulement. Les dessins de ces machines ne peuvent être donnés complètement, les industriels qui les construisent pour leur propre usage ne voulant pas rendre leurs méthodes publiques; leurs principes essentiels peuvent cependant être expliqués brièvement.

Comme la plupart d'autres procédés mécaniques, le polissage des billes a subi plusieurs évolutions depuis

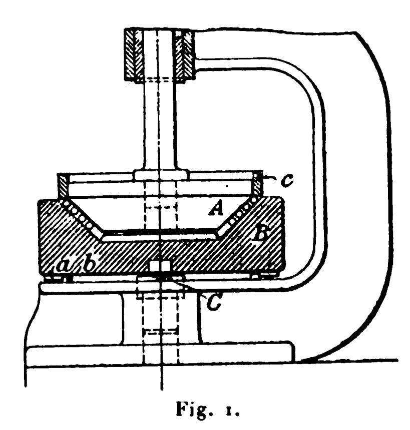


Fig. 1.

l'année 1870, où elles furent employées pour les roulements de cycles. A cette époque, les billes étaient tournées, et ensuite polies à la main, entre des plaques de fonte, en employant de l'huile et de la poudre émeri; les billes étaient retenues dans des rainures concentriques et

Fig. 2.

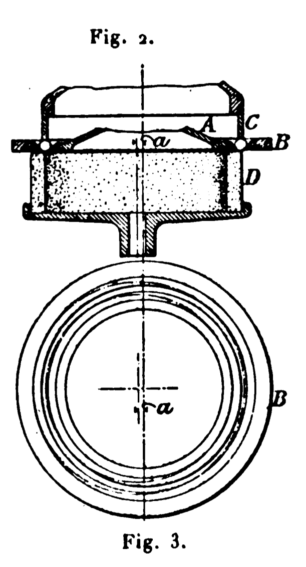


Fig. 3.

essayées de temps à autre pour vérifier leur exactitude. Cette méthode était extrêmement pénible et les billes étaient par conséquent très coûteuses, et assez mal calibrées; l'emploi du tour fut néanmoins conservé, et des machines spéciales furent construites à cet usage, mais seulement pour la fabrication des grosses billes.

Cette méthode a été remplacée par la fabrication à la forge, qui assure une plus grande homogénéité des produits; la méthode la plus rapide consiste à sertir à inter-

---

[1] *Engineering*, t. C, 31 décembre 1915, p. 659-661.

valles réguliers une tige cylindrique, à chauffer dans un four le chapelet ainsi obtenu, et à l'estamper, les billes ainsi obtenues restant encore en contact; on passe ensuite à la presse, qui les coupe et enlève les bavures, les billes tombant dans une boîte.

Dans le polissage, l'un des premiers progrès fut d'abandonner l'opération manuelle, sans toutefois changer le système essentiel; la plaque de fonte inférieure, avec les billes, était posée sur le plateau d'une machine à percer, et la plaque supérieure était fixée à l'axe. Bien que la production fût augmentée, les inégalités inhérentes à

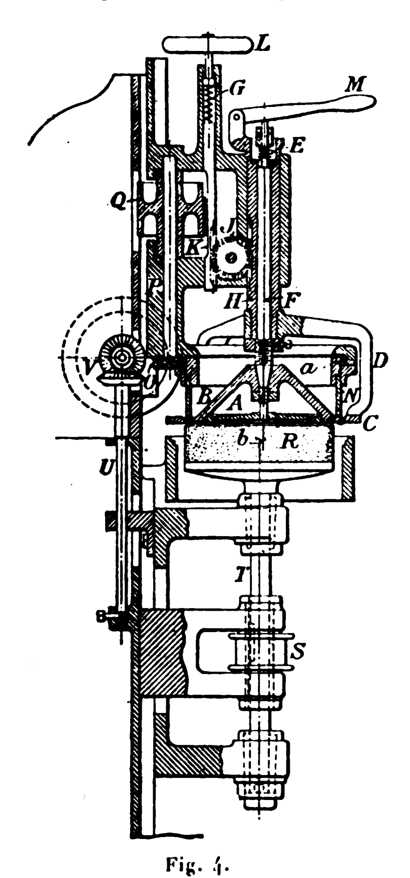


Fig. 4.

cette méthode persistaient; aussi il devint bientôt évident que la production pouvait être augmentée par un autre moyen, en divisant le travail en deux phases, un polissage brut précédant le polissage fini.

Un autre procédé consiste à polir entre des troncs de cône, comme il est montré figure 1. Dans ce système le mouvement de rotation des billes est produit par la différence de longueur des circonférences inégales des cônes intérieur et extérieur, jointe à la friction des billes, contre chacun d'eux. Ici, le disque conique A est entraîné par une poulie fixée sur l'axe; la cuvette conique B tourne par l'effet de la friction des billes; elle est portée par un pivot hémisphérique C, et peut tourner sur une sorte de rail circulaire. L'angle des faces de polissage est de 45°. Le cône A et la cuvette B peuvent être en acier, en fonte ou en émeri. La précision du calibrage est obtenue à l'aide d'une vis micrométrique placée à la partie supérieure de l'axe, qui permet d'en mesurer la descente. Lorsque la machine est en route, les billes sont projetées vers l'extérieur par la force centrifuge; pour éviter qu'elles ne s'échappent, il est prévu un collier C; un plateau disposé dans le fond de la cuvette les empêche d'aller se loger entre les faces

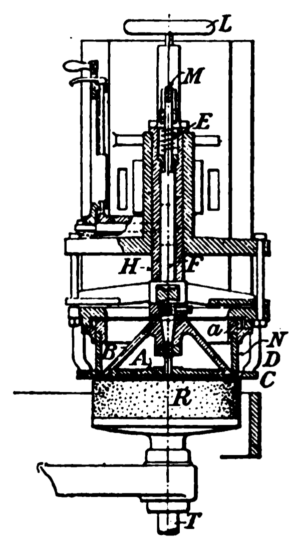


Fig. 5.

planes des deux troncs de cône. De temps à autre le disque A est soulevé par un levier pour permettre aux billes, qui sont venues dans la partie la plus élevée, de tomber à la partie la plus basse, et de continuer l'opération. Toute tendance à l'inégale usure des billes est

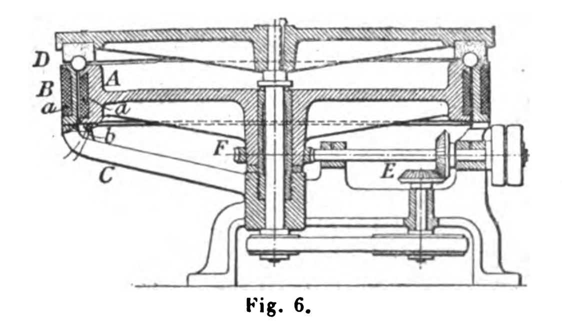


Fig. 6.

évitée par le montage de la cuvette B sur son pivot hémisphérique, et d'autre part, si les billes ne pouvaient changer de position, en se plaçant dans les plus hautes zones ou les plus basses, leur calibrage ne serait pas uniforme, à cause de la différence de longueurs des circonférences correspondant à ces différentes zones, qui aurait pour effet de donner aux billes des vitesses inégales. C'est pour résoudre ce problème d'une façon plus satisfaisante que la machine représentée figure 2 a été étudiée; cette machine repose sur un principe qui, plus que tout autre,

a changé la pratique du polissage des billes, principe qui fait l'objet du brevet de M. Richardson, de Waltham, Mass., et qui consiste à disposer les billes dans une rainure circulaire en forme de V, et à les exposer à l'action

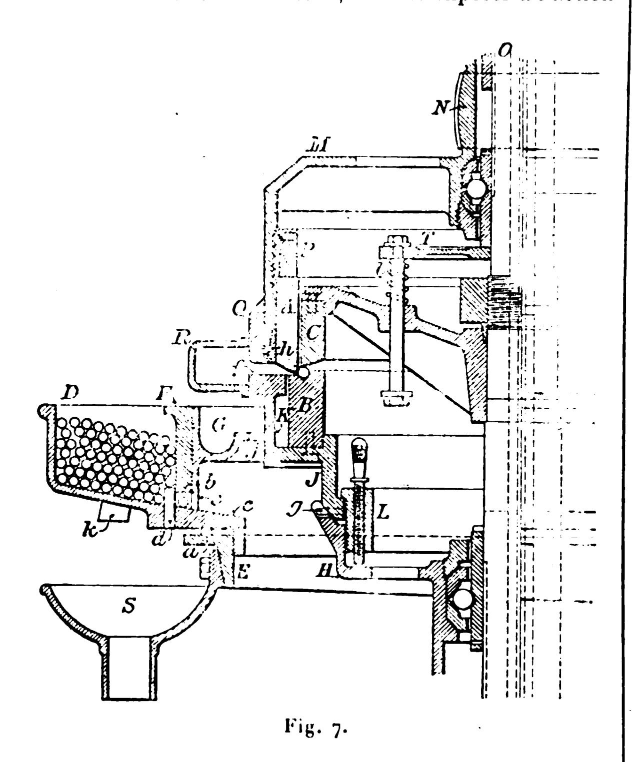


Fig. 7.

d'une meule émeri. Ce brevet est appliqué à toute une classe de machines employées jusqu'à présent.

La machine représentée figures 2, 3, 4 a l'aspect général d'une perceuse type vertical, dont l'axe supérieur ferait tourner les billes.

Les billes sont disposées dans une rainure annulaire en forme de V, constituée par les bords d'un plateau intérieur A, et d'une bague extérieure B. Le plateau intérieur est fixé à une tige qui passe à travers l'arbre moteur, ce qui permet de dégager les billes quand elles sont terminées. La bague B est maintenue verticalement en place par un moyen convenable; les billes tournent dans la rainure sous l'effet de la pression de la bague motrice C, qui est réglable verticalement et peut rester à la hauteur déterminée pendant sa rotation. Les billes sont polies par une roue annulaire en émeri D, dont l'axe de rotation est excentré par rapport à l'axe de la bague motrice C. Ce dispositif a pour but de maintenir les billes avec une surface d'émeri constamment renouvelée. Les figures 4 et 5 montrent certains détails qui sont nécessaires au succès de l'opération. Le plateau intérieur A est entraîné par le cône B, la bague C par le bras D. Un certain jeu est laissé dans le mouvement de chacun d'eux, de façon que le polissage des billes n'enlève seulement que leurs aspérités. Ceci est obtenu par l'emploi de ressorts à boudins; l'un E, se trouve à la partie supérieure de l'arbre F, qui entraîne le cône B, ce ressort étant comprimé entre un collier et un axe; l'autre ressort G règle le mouvement à la bague C, par la pièce D et le manchon H, et par l'intermédiaire du pignon J et la vis sans fin K, manœuvrable par le volant L, qui permet de régler la tension du ressort. L'arbre F est abaissé par le levier M, le manchon H par la denture qui est taillée dedans, et qui est en prise avec le pignon J actionné par le volant L. La bague motrice N a une denture à sa périphérie, qui est en prise avec un pignon O calé sur l'arbre P, entraîné par une poulie Q. La roue R, excentrée comme il est indiqué en B, est actionnée à la partie inférieure par la poulie S, calée sur l'arbre T; elle peut être élevée ou abaissée par la vis U, à laquelle est adapté un dispo-

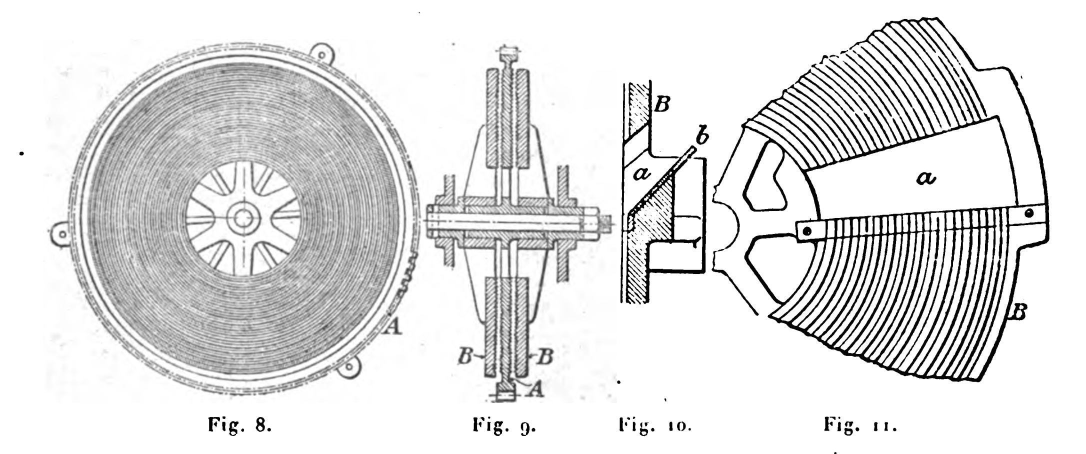


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

sitif permettant de lire le déplacement au millième de pouce.

Il a été constaté que, pour polir les billes de petites dimensions, la pression des billes contre les rainures n'est plus assez grande relativement à la friction de la roue émeri pour entretenir leur mouvement de rotation, il en résulte que les billes présentent des parties aplaties. Pour obvier à cet inconvénient, on a proposé de rendre les plateaux magnétiques, pour donner juste assez d'adhérence aux billes pour assurer leur rotation.

La figure 6 montre une rainure faite de deux parties, la partie intérieure étant mobile, la partie extérieure étant fixée au châssis de la machine; les bobines magnétisantes sont logées dans une alvéole située dans chacune de ces deux parties, le courant étant transmis par des bagues *b* à celle qui tourne. Le plateau D, muni de sa couronne à polir, est actionné par une courroie et une poulie montée sur un arbre portant un engrenage E. Le plateau A tournant plus lentement est commandé par l'engrenage F, la bague extérieure B restant fixe comme il a été dit.

Le dispositif employé figure 2 a été modifié par les brevets Hoffmann; ici, figure 7, la meule, qui était une couronne d'émeri ou de carborundum, polissait les billes par sa partie inférieure en forme de biseau, dont l'arête seule était en contact avec elles. Les billes se trouvaient dans une rainure en forme de V, dont les branches formaient un angle de 90°, cette rainure étant taillée dans une couronne B; une autre couronne C, dont le bord était taillé en biseau, faisait pression sur les billes. La couronne B tournait, la couronne C était fixe et avait seulement pour but de procurer une résistance provoquant la rotation des billes et les appliquant contre le bord de la couronne à polir A. Cette dernière tournait à une plus grande vitesse que B, et dans un sens opposé. Quelques autres détails de construction de cette machine sont donnés relativement à la distribution des billes dans la couronne B, et à leur sortie de la trémie D.

Les dernières machines qui ont eu le plus de succès sont celles qui travaillent les billes dans plusieurs rainures concentriques.

Un premier appareil mal étudié de ce système était constitué par un disque dans lequel étaient fraisées des rainures concentriques où étaient logées les billes, un

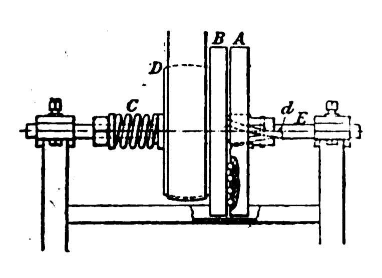


Fig. 12.

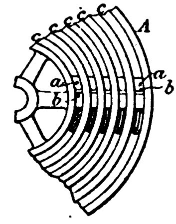


Fig. 13.

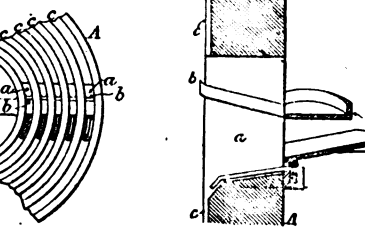


Fig. 14.

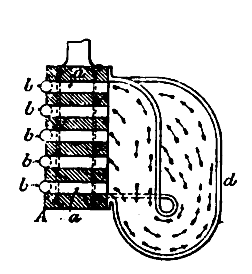


Fig. 15.

disque d'émeri placé au-dessus produisait le polissage. Cet appareil n'eut pas de succès, parce que les billes dans les cercles extérieurs étaient polies plus rapidement que celles qui étaient dans les cercles intérieurs, ce qui donnait des résultats non uniformes; de plus les billes n'étaient pas retenues convenablement dans leur logement pendant la rotation. Chacun de ces inconvénients a été évité dans les systèmes indiqués ci-après. Dans ceux-ci la disposition verticale des axes de rotation a été abandonnée, dans le but de transférer continuellement les billes d'une rangée à une autre, pour les obliger à passer toutes par les mêmes vitesses de rotation pendant qu'elles sont soumises à l'action de la meule.

Les figures 8 à 11 représentent ce système, qui a été modifié de plusieurs façons. Il comporte l'emploi d'une meule A tournant autour d'un axe horizontal; cette meule a un certain nombre de rainures concentriques sur ses faces opposées. Contre ces faces sont disposés des disques fixes B, ayant des rainures correspondantes. Le trait essentiel de ce système est le dispositif de transport des billes entre les séries de rainures annulaires.

Comme les billes sont logées dans des rainures concentriques à des distances variables du centre, et conséquemment ont différentes valeurs de vitesse, celles qui sont les plus éloignées du centre seraient plus rapidement polies.

Un dispositif est par conséquent prévu pour faire passer les billes d'une rangée à l'autre à chaque révolution du disque. Les disques extérieurs fixes B sont munis chacun d'une fenêtre *a*, qui s'étend au travers de toutes les rainures. L'approvisionnement de la machine se fait par *a*, au moyen d'une plaque inclinée *b* (*fig.* 10). Le passage est assez large pour alimenter toutes les rainures avec les billes, quand leurs dimensions sont réduites par le polissage. Pour faciliter l'introduction des billes, le bord inférieur de la fenêtre *a* est légèrement incliné sur l'horizontale (*fig.* 11). Le disque central est mis en mouvement au moyen d'une couronne dentée attaquée par un engrenage.

Un système similaire est illustré (*fig.* 12 à 15); il lui ressemble par l'emploi des disques verticaux et l'emploi des rainures concentriques qui reçoivent les billes. Les principes élémentaires sont les suivants : les billes sont placées dans un plateau A et sont polies par la roue B en fonte ou en émeri, ayant les rainures correspondantes, cette roue étant appliquée contre les billes par le ressort C. Le disque A ne tourne pas, le réglage nécessaire pour arriver au calibrage voulu est obtenu par un volant, ou mieux automatiquement d'après un récent brevet. La roue B est entraînée par une poulie D mobile sur un arbre fixe E, qui supporte le disque B.

Les billes sont déplacées d'une rainure à une autre au moyen d'ouvertures et des doigts disposés dans le disque fixe. Une ouverture *a* est située à l'opposé de chaque rainure *c*, et un doigt *b* dans chaque ouverture; chaque doigt retient au passage la bille qui se présente à l'ouverture et la fait passer par la table inclinée *d* dans l'ouverture opposée, ce qui lui permet d'entrer dans la rainure suivante.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

Article premier. — Les délais accordés par les articles 1 et 5 du décret du 27 septembre 1914 pour le payement des sommes dues par les entreprises d'assurance, de capitalisation et d'épargne et prorogés par l'article 1 des décrets des 27 octobre, 29 décembre 1914, 23 février, 24 avril, 26 juin, 28 août, 30 octobre, 20 novembre 1915, 22 janvier, 18 mars et 19 mai 1916 sont prorogés, à dater du 1er août 1916, pour une nouvelle période de soixante jours francs, sous les conditions et réserves ci-après, le bénéfice de cette prorogation étant étendu aux contrats à échoir avant le 1er octobre 1916, pourvu qu'ils aient été conclus antérieurement au 4 août 1914. Pendant la durée de cette prorogation, les entreprises seront tenues de payer : 1° en matière d'assurance sur la vie, 50 pour 100 du capital ou du rachat stipulé, jusqu'à concurrence de 25 000 fr. et l'intégralité des rentes viagères; 2° en matière d'assurance contre les accidents du travail, l'intégralité des allocations temporaires et rentes viagères dues en vertu de la loi du 9 avril 1898 et des lois qui l'ont modifiée ou complétée; 3° en matière d'assurance contre les autres accidents de toute nature l'intégralité de l'indemnité temporaire et du capital ou de toutes autres indemnités dues; 4° en matière d'assurance contre l'incendie et contre tous risques autres que ceux prévus aux alinéas précédents, l'intégralité des sinistres; 5° en matière de capitalisation, l'intégralité du capital des bons ou titres venus à échéance; 6° en matière d'épargne, et seulement en ce qui concerne les sociétés visées au titre 2 de la loi du 3 juillet 1913, 25 pour 100 du capital revenant aux intéressés par suite de l'échéance de leurs séries ou participations ou par suite de décès, pour les sociétés dont les placements se font en constructions de maisons payables à tempérament, et 50 pour 100 pour les autres sociétés. Le bénéfice de ces dispositions ne pourra être invoqué par l'assuré ou l'adhérent qu'à condition que le montant de la prime ait été versé, et en matière d'assurance contre les accidents et l'incendie que les déclarations de salaires et de sinistres aient été faites, conformément aux prescriptions du contrat.

Art. 2. — En matière d'assurance sur la vie, l'assureur, un mois après l'envoi d'une lettre recommandée restée sans effet, reproduisant le texte de la présente disposition et invitant l'assuré à acquitter les primes arrivées à échéance ou à prendre l'engagement de les acquitter, en une ou plusieurs fois à son gré, dans le délai de deux années après la cessation des hostilités, ne sera responsable, en cas de décès de l'assuré, que jusqu'à concurrence de la valeur acquise à la police conformément aux conditions du contrat. Toutefois, les clauses des polices d'assurances retrouveront leurs pleins effets, pour les primes échues et à échoir, à l'égard des assurés des sociétés à forme mutuelle qui ne payent aucune commission ni aucune rétribution, sous quelque forme que ce soit, pour l'acquisition des assurances et qui l'ont stipulé dans leurs statuts. Les dispositions des alinéas précédents ne vaudront pas à l'égard des assurés présents sous les drapeaux, ou domiciliés dans les régions envahies, ou retenus en territoire ennemi, ou se trouvant hors de France ou d'Algérie pour service public; le recouvrement de leurs primes échues au cours de la période pendant laquelle ils sont restés couverts de leur risque se fera dans des conditions qui seront déterminées après les hostilités.

Art. 3. — Les prorogations spécifiées aux articles précédents sont purement facultatives pour les débiteurs; les sommes dont le payement est suspendu en vertu desdits articles portent intérêt de plein droit au taux de 5 pour 100 à partir du jour où le payement était primitivement exigible. L'intérêt est dû dans les mêmes conditions par l'assuré pour le montant des primes qu'il n'a pas versées à l'époque fixée par le contrat. Les dispositions des deux alinéas ci-dessus ne font pas obstacle à l'application de toutes clauses contractuelles qui stipuleraient un taux d'intérêt plus élevé.

Art. 4. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont portées, par simple requête de la partie la plus diligente, devant le président du tribunal civil, qui statue en référé. Sa décision est exécutoire, par provision nonobstant appel.

Art. 5. — Les dispositions du présent décret ne sont pas applicables aux sociétés d'assurances mutuelles agricoles régies par la loi du 4 juillet 1900.

Art. 6. — Les dispositions du présent décret s'appliquent aux entreprises d'assurances, opérant en France, des pays alliés ou neutres; toutefois, leur bénéfice serait refusé à ces entreprises dans le cas où le pays où elles ont leur siège social prendrait des mesures analogues sans en assurer l'application aux entreprises françaises.

Art. 7. — Les dispositions du présent décret sont applicables à l'Algérie. (*Journal officiel*, 21 juillet 1916.)

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

Arrêté fixant, pour l'année 1916, les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concessions.

Le Ministre des Travaux publics,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique, notamment l'article 13 (3°) portant qu'un règlement d'administration publique déterminera l'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation des distributions d'énergie électrique dont les frais sont à la charge du concessionnaire ou du permissionnaire;

Vu l'article 9 du décret du 17 octobre 1907, organisant ledit contrôle;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concessions, sont fixés, pour l'année 1916, à 10 fr par kilomètre de ligne pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'État et à 5 fr par kilomètre de ligne pour les distributions soumises au contrôle des municipalités, sous l'autorité du Ministre des Travaux publics.

Paris le 22 juillet 1916.

Marcel Sembat.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 29 décembre 1915, nous extrayons ce qui suit :



BILAN AU 1er JUILLET 1915.

Actif.

Immobilisé :

Apports, frais de constitution et de premier établissement	(Mémoire)
Mobilier, outillage, chevaux, voitures et automobiles	1 »
Acquisitions et dépenses faites en vue de projets nouveaux	1 »
Immobilisations Secteur de Saint-Étienne	32 827 696,62
Immobilisations Secteur de Roanne	8 152 223,80
Immobilisations Secteur de Montluçon	9 451 257,77
Appareils en location	1 743 783,27
Terrains; droits de riveraineté et divers	66 436,30
Primes de remboursement et frais d'émission des obligations	2 241 083,68
Compte d'attente	66 171,60

Réalisable :

Disponible en caisse et en banque	833 345,70
Effets à recevoir	3 200 »
Débiteurs : Abonnés et clients, impôts et droits à recouvrer, cautionnements, débiteurs divers	3 725 497,99
Portefeuille et participations	7 102 498,01
Marchandises en dépôts et magasins	1 408 591,31
Total	67 621 704,05

Passif.

Capital : représenté par 88 000 actions de 250 fr	22 000 000,00
Obligations	28 414 000,00
Réserves : Réserve légale, fonds de renouvellement, réserve générale pour amortissements, compte d'attente	5 177 393,10
Comptes créditeurs : Coupons restant à payer, obligations à rembourser, créanciers divers, titres à libérer	11 785 769,49
Reliquat des exercices antérieurs	244 631,46
Total	67 621 794,05

PROFITS ET PERTES DE L'EXERCICE 1914-1915.

Dépenses.

Frais généraux d'administration	143 733,29
Intérêts des emprunts et des obligations	1 597 420,66
Bénéfices de l'exercice	1 498 176,33
Total	3 239 330,28

Recettes.

Bénéfices d'exploitation des secteurs	2 435 488,35
Revenu du portefeuille	12 021,44
Intérêts sur comptes courants et divers	791 820,49
Total	3 239 330,28

L'Assemblée générale des actionnaires, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des Commissaires des comptes, et après avoir pris connaissance des comptes de l'inventaire et du bilan qui lui sont présentés, a déclaré approuver ces comptes et donner quitus aux administrateurs, pour leur gestion jusqu'au 30 juin 1915.

L'Assemblée générale des actionnaires a décidé de donner aux bénéfices des deux derniers exercices, l'affectation suivante:

Solde du compte Profits et Pertes de l'exercice 1913-1914	2 379 608,38
Bénéfices de l'exercice 1914-1915	1 498 176,33
Total	3 877 784,71

Énergie électrique du Sud-Ouest. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 5 mai 1916, nous extrayons ce qui suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses d'installations	41 634 553,53
Installations en locations	64 451,34
Matériel en location	89 996,67
Mobilier et outillage	1 »
Approvisionnements	1 111 435,09
Caisses et banquiers	209 692,78
Factures à recouvrer	747 044,28
Débiteurs divers	426 671,91
Cautionnements et dépôts de garantie	20 804,65
Impôts sur titres à recouvrer	82 037,84
Participations	138 000 »
Comptes d'ordre et divers	104 876,73
Total	44 629 566,82

Passif.

Capital : 48 000 actions de 500 fr	24 000 000 »
Obligations 5 pour 100	13 719 200 »
Réserve légale	119 384,61
Réserve extraordinaire	32 000 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	360 800 »
Créditeurs divers	3 540 207,32
Fournisseurs et entrepreneurs	265 144,83
Cautionnements et avances sur consommation	143 201,72
Coupons à payer et obligations à rembourser	338 640,36
Comptes d'ordre et divers	4 436,20
Provision pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations	800 000 »
Profits et Pertes	1 306 551,78
Total	44 629 566,82

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Débit.

Dépenses d'exploitation	1 476 733,49
Frais généraux d'administration	27 181,05
Abonnement au Timbre des actions	21 600 »
Abonnement au Timbre des obligations	14 076 »
Intérêt des obligations	782 000 »
Amortissement de 200 obligations	100 000 »
Amortissement sur mobilier et outillage	20 048,84
Amortissement sur installations en location	24 854,97
Amortissement sur matériel en location	12 256,78
Solde du compte Intérêt et Divers	57 975,14
Provision pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations	454 024,96
Balance	1 306 551,78
Total	4 297 303,01

Crédit.

Recettes d'exploitation	4 076 556,66
Report de l'exercice 1914	220 746,35
Total	4 297 303,01

L'Assemblée générale a approuvé, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui des Commissaires, ainsi que les comptes de l'exercice 1915, tels qu'ils lui ont été

présentés et détaillés, et a arrêté en conséquence à la somme de 1 306 551,78 fr le solde créditeur du compte Profits et Pertes.

L'Assemblée générale a décidé d'employer le solde du compte de Profits et Pertes de la façon suivante :

	fr
1° A la Réserve légale : 5 pour 100 sur 1 085 805,43 fr.	54 290,27
2° Dividende de 4 pour 100, soit 20 fr par titre aux 48 000 actions	960 000 »
3° Répartition au Conseil d'administration : 10 pour 100 de 1 085 805,43 — 1 014 290,27, soit de 71 215,16 fr.	7 121,51
4° Dividende supplémentaire de 1 pour 100, soit 5 fr par titre, aux 48 000 actions	240 000 »
Total	1 261 411,78

Elle a décidé en outre de reporter à nouveau pour être ajouté aux résultats bénéficiaires ultérieurs et être affecté ou réparti conformément à l'article 43 des Statuts, le solde de :

1 306 551,78 — 1 261 411,78 = 45 140 fr.

Le dividende de 25 fr par action sera mis en paiement à partir du 15 mai 1916, sous déduction des impôts établis par les lois de finances, contre remise du coupon n° 2.

INFORMATIONS DIVERSES.

Sur le projet de création de Facultés des Sciences appliquées. — Nous avons signalé antérieurement la proposition de loi du sénateur Goy concernant l'enseignement supérieur des arts techniques et des applications de la science à l'industrie (*La Revue électrique*, t. XXV, p 252 et 320). proposition visant à la création de Facultés des Sciences appliquées délivrant, après études, un diplôme de docteur ès sciences appliquées.

Sur ce projet, M. le Ministre de l'Instruction publique a sollicité, en décembre dernier, l'avis officiel des Facultés des Sciences. Dans le *Bulletin de l'Association amicale du personnel enseignant des Facultés des Sciences* (n° 17), MM. O. Duboscq et J. Pavillard viennent d'exposer l'attitude des diverses Facultés de province à l'égard de la proposition de M. Goy. Ils croient pouvoir résumer de la façon suivante les conclusions de la majorité des Facultés consultées, et particulièrement des Facultés les plus directement intéressées dans la question.

Les Facultés, approuvant entièrement l'idée fondamentale du projet Goy, n'admettent pas le transfert de leurs fondations antérieures sous une autre direction que celle des Facultés des Sciences et sont opposées à la création d'une cinquième catégorie de Facultés (Faculté des Sciences appliquées).

Les créations futures, subordonnées aux nécessités régionales, pourront être affectées soit aux recherches dans l'intérêt de l'industrie (stations et laboratoires d'essais), soit à l'enseignement technique proprement dit (Instituts et Écoles techniques, Chaires et Cours de Faculté).

Les Instituts techniques devront, d'après l'opinion dominante, être des annexes de la Faculté des Sciences gratifiées d'une autonomie financière et administrative suffisante pour assurer à ces fondations toute la souplesse nécessaire à leur bon fonctionnement.

Le personnel enseignant comprendra deux catégories de fonctionnaires : des professeurs titulaires de la Faculté des Sciences, nommés dans les conditions normales, et des chargés de cours, nommés sans conditinos de diplôme, choisis parmi les ingénieurs ou autres spécialistes de l'industrie et assujettis à un statut spécial.

Le recrutement des élèves sera subordonné à un simple examen probatoire à l'entrée: une sélection continue s'opérera ensuite, en cours d'études, grâce à une série d'examens successifs fréquemment renouvelés.

La sanction normale des études techniques sera le diplôme d'ingénieur. La création d'un Doctorat spécial est inutile, le Doctorat ès sciences actuel, ou tout au moins le Doctorat d'Université demeurant toujours accessible à tous les candidats.

L'utilisation de la tourbe. — Se référant au Bulletin of the Imperial Institute, notre confrère *The Electrician*, 7 juillet 1916, page 453, fait observer que le séchage de la tourbe à l'air libre ne peut être pratiquement envisagé, ce mode de séchage dépendant dans une trop grande mesure des conditions atmosphériques et ne pouvant être utilisé que pendant un laps de temps relativement court durant l'année. Le séchage artificiel par l'air sous pression ou la chaleur ou par la combinaison de ces deux moyens n'a pas donné non plus de très bons résultats et a l'inconvénient d'augmenter notablement les dépenses; l'air sous pression employé seul ne peut abaisser la teneur en eau au-dessous de 70 pour 100 par suite de la formation d'un composé gélatineux par l'action de l'eau sur l'hydrocellulose. A l'usine de fabrication de gaz pauvre de Lucca (Italie) la tourbe est cependant séchée par l'air chaud : la tourbe brute, qui contient 77 pour 100 d'humidité, est placée sur des plateaux montés sur trucs qui l'amènent dans des chambres de séchage où arrive, lancé par un ventilateur à moteur électrique de 40 chevaux, un mélange d'air et de gaz chaud provenant des chaudières et de l'échappement des moteurs à gaz, mélange dont la température est maintenue à 150° environ: en 2 heures, la teneur en eau est réduite à 30 pour 100.

Les premières machines à vapeur essayées en France: Henry LEMONNIER (*Revue générale des Sciences*, 30 mai 1916, p. 306-309). — D'après les procès-verbaux de l'Académie d'Architecture, c'est le lundi 4 février 1726 que « MM. de Cotte ont présenté à l'Académie leur raport d'une machine exécutée en grand à Cachan et d'une autre en modèle, qui est dans la maison de M. Boffran à Paris, que M. Boffran a fait faire pour élever de l'eau par le moyen du feu, ainsy et à l'imitation de celles dont on se sert en Angleterre et sur les mémoires qu'il en a eus ». — Dès l'année 1699, l'Académie des Sciences, qui venait de nommer Papin membre correspondant, recevait de Guillaume Amontons un mémoire explicatif sur une « Pompe pour élever l'eau » qui n'avait rien de commun avec celle de Papin. Mais ce n'est que dans le procès-verbal du 11 mai 1726 qu'il est de nouveau question de la machine à vapeur à l'Académie des Sciences, séance pendant laquelle Donsenbray et de Réaumur déposaient un rapport sur une « machine à élever l'eau par le moyen du feu, exécutée à Passy ». A la suite du dépôt de ce rapport de Boffrand transmet à l'Académie une réclamation de priorité que Donsenbray et de Réaumur furent chargés de vérifier. Dans un nouveau rapport déposé le 11 janvier 1727, ces derniers faisaient savoir à l'Académie que la machine de Cachan était basée sur un principe différent de celui de la machine de Passy, et que le modèle que possédait de Boffrand était au contraire semblable à cette dernière. — Ajoutons que dans leur rapport sur la machine de Passy, Donsenbray et de Réaumur écrivaient : « Il ne paraît pas impossible de la perfectionner, de trouver des moyens de lui faire produire plus d'effet à moindres frais, soit en employant plus abondamment le bois pour chauffer la chaudière, soit en refroidissant davantage la vapeur et plus subitement ». Comme le fait remarquer M. G. Kœnigs dans une note accompagnant l'article qui nous occupe : « Cela revient à dire qu'il y a avantage à élever la température de la source chaude et à abaisser celle de la source froide, pensée qui a reçu, presque un siècle plus tard, sa consécration par le principe de Carnot. »



Tome XXVI. **N° 304. — 18 août 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

On sait aujourd'hui combien était grande l'emprise allemande sur l'industrie française et même sur l'industrie anglaise. En Italie, où l'industrie ne date que d'un petit nombre d'années, la mainmise allemande était encore plus vigoureuse, la plupart des grandes entreprises industrielles se trouvant sous le contrôle des Allemands, sinon directement, tout au moins indirectement par l'intermédiaire des banques dont ils étaient les maîtres. Aussi de grands efforts sont-ils faits actuellement en Italie pour rendre aux Italiens la maîtrise de leur industrie et pour accélérer le développement de celle-ci.

Parmi les nombreuses études qui ont été entreprises dans ce double but, il en est une que nous reproduisons pages 101 à 106 sous le titre l'**utilisation présente et future des richesses hydrauliques de l'Italie à la production de l'énergie électrique**; elle est due à Mme Anna Vera Eisenstadt.

Les **pertes dans les pôles** sont d'une détermination difficile. M. Carter a donné il y a quelques années une formule qui permet de les calculer, mais il n'avait pas publié l'établissement de cette formule. Cette omission a été réparée par l'auteur dans une communication faite à l'Institution of Electrical Engineers au début de l'année; on trouvera une analyse détaillée de cette communication pages 106 à 108.

Les **vibrations des édifices par les groupes électrogènes** donnent lieu à de nombreux inconvénients, dont les moindres sont les procès avec les propriétaires voisins et dont les plus graves sont les changements de structure qu'elles déterminent dans les pièces métalliques des édifices, changements qui, en modifiant la résistance mécanique de ces pièces, peuvent amener leur rupture. Les exploitants liront donc avec intérêt la courte note que nous consacrons pages 110-111 à des essais de M. Hall sur ce sujet. Ils trouveront dans l'article suivant de G.-P. Roux, pages 111-112, des indications pratiques sur la **mise en parallèle de réseaux diphasé et triphasé.**

Une étude de M. Eaton sur le **patinage martelant des roues dans la traction électrique** (p. 113-115) fournit des renseignements sur les causes de ce martelage observé sur un réseau de chemins de fer américain. Les causes étant connues, il a été possible de limiter le phénomène de manière qu'il ne fatigue pas outre mesure le matériel roulant.

L'abaque pour la **détermination des températures des enroulements** que donne M. Valensi (p. 120-121) est d'un emploi commode. Les dimensions du journal nous ont forcé à le réduire notablement, mais les intéressés pourront en obtenir des bleus à une plus grande échelle en s'adressant à l'auteur.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Seizième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Décret du 25 juillet 1916 modifiant le décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fourniture de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie, p. 125. — Avis relatif à l'établissement des listes des fournisseurs admis aux différents concours de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, p. 125. — Importations de diamants et pierres précieuses bruts venant d'Angleterre, p. 126. — Décret fixant les délais supplémentaires accordés aux contribuables empêchés de souscrire, en temps utile, la déclaration relative à la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre, p. 126.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

Seizième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Service de placement, p. 98. — Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 98. — Bibliographie, p. 98. Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques, p. 98.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général les publications dont la liste a été donnée dans un précédent numéro.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation et Réglementation, p. 125. — Jurisprudence et Contentieux, p. 126. — Sociétés, Bilans, p. 127.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

Seizième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Extrait du procès-verbal de la Chambre syndicale du 26 juin 1916, p. 98. — Liste des nouveaux adhérents, p. 100. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 100.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 26 juin 1916.

Présents : MM. Brylinski, Eschwège, F. Meyer, présidents d'honneur; Bizet, président; Berthelot, Brachet, Cahen, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Beauvois-Devaux, trésorier; Cordier et Nivard, membres.

Absents excusés : MM. Javal, vice-président; Mariage et Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

M. le Président fait part à la Chambre syndicale de la promotion du capitaine Sée, de l'État-Major de

l'Artillerie, Ministère de la Guerre, 12e Direction, au grade de chef d'escadron de l'armée territoriale; les félicitations de la Chambre syndicale lui seront adressées.

ADMISSIONS. — M. le Président fait part des propositions d'admission et des adhésions.

AUGMENTATION DES SUBVENTIONS DES USINES ADHÉRENTES. — M. le Président donne le résultat des réponses qui ont été obtenues relativement aux augmentations de subventions.

Les usines qui n'ont pas encore été sollicitées le seront sans retard.

L'étude entreprise permet d'ores et déjà de fixer les résultats obtenus et de faire rentrer ces subventions pour l'année 1916. Le Secrétariat prendra les mesures nécessaires à ce sujet.

La détermination des subventions ultérieures sera étudiée par la Commission des Statuts, constituée dans la séance du 1er mai.

Cette Commission se réunira le lundi 10 juillet à 14 h 30.

MODIFICATION DES STATUTS. — Un projet de modification des statuts est présenté à la Chambre syndicale; il sera soumis au Comité consultatif dans sa séance du 3 juillet. MM. Bizet et F. Meyer assisteront à cette séance.

DATE DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE. — L'Assemblée générale annuelle sera convoquée pour fin septembre.

Une circulaire a été envoyée aux usines adhérentes, à la date du 16 juin 1916, pour recueillir les éléments statistiques nécessaires au vote.

RELÈVEMENT DU TARIF DE VENTE DU COURANT ÉLECTRIQUE. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les études du Comité consultatif sur cette question; une statistique est en préparation qui permettra de connaître bientôt les précédents déjà établis.

APPLICATION AUX USINES D'ÉLECTRICITÉ DES DÉCRETS DES 23 DÉCEMBRE 1915 ET 21 JUIN 1916 (art. 5). — La Chambre syndicale demande que cette question soit soumise au Comité consultatif pour déterminer si les usines d'électricité pourront être astreintes à solder des créanciers anciens, étant donné qu'elles sont concessionnaires et ne peuvent refuser le courant qui leur est demandé, même par des usines de guerre.

EMPLOI DES RÉFORMÉS OU RETRAITÉS DES ARMÉES DE TERRE ET DE MER. — Il est donné lecture d'une lettre de M. Brylinski, en date du 22 juin 1916, relative à cette question.

M. F. Meyer indique les grandes lignes des réponses qui ont été faites dans diverses Sociétés sur le même sujet. Le Secrétariat réunira ces réponses qui pourront documenter utilement les usines d'électricité.

ASSURANCES CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL. — Cette question a été renvoyée à l'Assureur-conseil de la Chambre syndicale.

OFFICE DES CHARBONS. — M. le Président donne connaissance de l'état statistique dressé par l'Office des Charbons à la suite des réponses aux questionnaires qui ont été envoyés aux intéressés. Les services de l'Office se développent du fait des mesures prises par le Ministère des Travaux publics qui rendent nécessaire son intervention pour profiter des privilèges réservés aux usines d'électricité. La Chambre syndicale approuve les mesures prises à cet effet vis-à-vis du personnel et l'ouverture d'un compte spécial en banque.

REVUE ÉLECTRIQUE. — La Commission de *La Revue électrique* se réunira le lundi 10 juillet, à 15 h 30 m.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — M. le Président dépose sur le bureau le numéro d'avril-mai 1916 de cette Fédération, qui renferme des études sur les clauses économiques de la paix et l'entente entre alliés.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Président dépose sur le bureau la lettre de M. Charles Laurent, en date du 10 juin 1916, concernant les retraites ouvrières et les contributions patronales, et la lettre de l'Union des Industries métallurgiques et minières, du 10 juin 1916, relative à la Caisse syndicale d'Assurance mutuelle des Forges de France contre les accidents du travail.

Les documents suivants émanant de cette Union sont remis aux membres présents [1] :

N° 762 (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 763 (Ministère des Finances) : Prêts de titres à l'État, titres de pays neutres.

N° 764 : Loi du 6 mai 1916 autorisant le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane.

N° 765 (Italie) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 766 : Décret du 18 mai 1916 portant institution d'un Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

N° 767 (Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale) : Décret du 19 mai 1916 relatif à la prorogation des contrats d'assurances, de capitalisation et d'épargne.

N° 768 (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 769 (Ministère des Travaux publics) : Décret du 27 mai 1916 portant limitation des prix des contrats d'affrètement pour le transport des charbons.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale et signale à l'attention de la Chambre syndicale : 1° le rapport de M. Henri Cahen au deuxième Congrès de la Houille blanche sur la Houille blanche et l'Agriculture; 2° le Bulletin de janvier-février-mars 1916 de la Chambre de Commerce de Grenoble qui reproduit une étude sur les ressources économiques de la région dauphinoise et sur leur utilisation au point de vue industriel et commercial.

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — Les nos 37 et 38

[1] Ces documents peuvent être consultés au Secrétariat du Syndicat.



du Bulletin d'Information de la Chambre de Commerce de Paris (*Documents sur la Guerre*) ont été publiés et transmis à ceux de nos membres qui nous en ont fait la demande.

Documents officiels. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale des documents suivants parus au *Journal officiel* depuis la dernière séance : Loi du 31 mai 1916 portant restriction du droit d'émission des valeurs mobilières pendant la durée des hostilités (*Journal officiel*, 1er juin 1916). — Décret fixant la composition du Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre (*Journal officiel*, 8 juin 1916). — Décret du 12 juin 1916 approuvant la substitution à la Société des grands travaux de Marseille de la Société Énergie électrique de la Basse-Isère dans les droits et obligations résultant du décret du 25 octobre 1914 relatif aux travaux d'établissement d'une usine publique hydro-électrique à Beaumont-Monteux (*Journal officiel*, 14 juin 1916). — Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces (*Journal officiel*, 24 juin 1916). — Rapport au Ministre de la Commission centrale de taxation des charbons et des frets, suivi d'un arrêté fixant les prix de vente maxima des charbons par les importateurs (*Journal officiel*, 1er juin 1916). — Arrêté du 15 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons à l'importation (*Journal officiel*, 16 juin 1916).

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Secrétaire général fait part également des rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance de la Chambre syndicale : Rapport fait au nom de la Commission des douanes chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés tendant à autoriser le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane, par M. Jean Morel (Sénat, 20 avril 1916). — Projet de loi adopté par la Chambre des députés relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre (Sénat, 18 mai 1916). — Proposition de résolution tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre, présentée par M. André Paisant et ses collègues (Chambre des députés, 19 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de résolution de M. A. Paisant et plusieurs de ses collègues tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre, par M. Desplas (Chambre des députés, 30 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités, par M. E. Aimond (Sénat, 23 mai 1916). — Projet de loi étendant aux agents de change la loi du 30 décembre 1911 concernant les chèques barrés (Chambre des députés, 6 juin 1916). — Projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes (Chambre des députés, 8 juin 1916).

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Membres actifs.

MM.

Bavoillot (Édouard), directeur de la Société anonyme d'électricité de Biskra, à Biskra (Algérie), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Delille, ingénieur électricien, Limoges (Haute-Vienne), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Durupt (E.), ingénieur électricien, propriétaire de l'usine électrique de Champlitte, Champlitte (Haute-Saône), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Le Coquil (Joseph), propriétaire directeur de l'usine électrique de Châteauneuf-du-Faou, Châteauneuf-du-Faou (Finistère), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

Coulon (A.), chef de section de l'Union électrique, à Villefranche-sur-Saône, présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Richard (Eugène), ingénieur électricien, 11, rue Burger, Jarville, près Nancy, présenté par MM. Vilgrain et Bizet.

Usines.

Société anonyme d'électricité de Biskra.

La Champagne électrique.

Compagnie d'électricité du Sud-Est.

Usines électriques de Champlitte et Châteauneuf-du-Faou.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et réglementation. — Décret du 25 juillet 1916 modifiant le décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fourniture de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie, etc., p. 125. — Décret fixant les délais supplémentaires accordés aux contribuables empêchés de souscrire, en temps utile, la déclaration relative à la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre, p. 126.

Jurisprudence et contentieux. — Extrait du procès-verbal de la séance du Comité consultatif du 3 juillet 1916, p. 126.

Sociétés, bilans. — Compagnie des Eaux et de l'Électricité de l'Indo Chine, p. 127.

Demandes d'emplois, p. XXIX.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

L'utilisation présente et future des richesses hydrauliques de l'Italie à la production de l'énergie électrique et sa répercussion sur l'industrie italienne en général.

Nos lecteurs ont pu constater, par la lecture des analyses des travaux italiens publiés dans notre *Littérature des périodiques*, que l'industrie électrique italienne fait actuellement de grands efforts pour se libérer de l'étreinte que jusqu'ici elle subissait de la part des Allemands. Cette tendance n'est d'ailleurs pas particulière à l'industrie électrique et, d'une façon générale, l'industrie italienne, encore jeune, mais dont la vitalité est la conséquence même de cette jeunesse, cherche à s'affranchir de la mainmise que, surtout par suite de leur organisation bancaire, nos ennemis étaient parvenus à s'assurer sur les grandes entreprises industrielles de l'Italie.

Dans le but de coopérer à la reprise par les Italiens de l'industrie nationale de ce pays, l'Office international d'Études économiques, fondé sous le patronage du Comité « Italia-Francia » présidé par Luigi Luzzati, du Comité « France-Italie » présidé par Stephen Pichon, de la municipalité de Paris, de la municipalité de Lyon, de l'Institut français de Florence et d'autres organismes économiques et politiques, a entrepris la publication d'une série d'études techniques sur l'état actuel de l'industrie italienne et sur le développement auquel elle peut prétendre.

Il était naturel que les premières de ces études fussent consacrées aux forces motrices hydrauliques dont l'Italie est si riche. Ce pays est en effet a peu près complètement dénué des mines de houille qui, jusqu'ici, ont été les causes primordiales du développement industriel des contrées qui ont la chance de les posséder. Aussi l'Italie se trouvait-elle tributaire de l'Étranger, surtout de l'Allemagne, pour la houille et pour toutes les matières premières industrielles dont la fabrication exige une forte consommation de combustible minéral, en particulier pour la fonte, le fer et l'acier; et le tribut était d'autant plus dur que l'Italie possède quelques gisements d'excellents minerais de fer, minerais qu'elle devait exporter faute de pouvoir les traiter chez elle. Or, comme le faisait prévoir les esssais effectués en Italie il y a déjà plus de vingt ans par Stassano et comme l'ont démontré depuis les entreprises électrométallurgiques réalisées en Suède, en Norvège et au Canada, le four électrique peut être substitué au haut fourneau à houille pour le traitement des minerais de fer en vue de l'obtention de la fonte, du fer et de l'acier. Il s'ensuit donc que, grâce à ses richesses hydrauliques, l'Italie peut espérer parvenir à produire elle-même la matière première la plus indispensable à son industrie nationale. D'un autre côté l'énergie électrique, par suite des perfectionnements de la technique, est devenue capable de concurrencer économiquement l'énergie motrice fournie par les machines à vapeur même dans les régions où le charbon est abondant et peu coûteux. Dès lors la production de l'énergie électrique par l'utilisation de la force motrice hydraulique apparaît comme la condition fondamentale de la rénovation et du développement de l'industrie italienne et, comme nous le disions plus haut, elle devait nécessairement constituer l'objet des premières étudiées par l'Office international d'Études économiques.

Parmi les contributions relatives à cette question, il en est une que M. Ferdinand Meyer, ingénieur en chef de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, a bien voulu nous signaler.

Elle est due à Mme Anna Vera Eisenstadt et a pour titre : *Le problème des forces hydro-électriques en Italie.* Nous en donnons ci-dessous une reproduction presque intégrale.

I. En parlant de l'utilisation des cours d'eau, Leonardo de Vinci disait « Quand tu as affaire aux eaux, consulte tout d'abord l'expérience et ensuite la raison ». De notre temps on pourrait dire juste le contraire. Ce sont les progrès énormes de la science hydraulique qui, même avant l'expérience, nous permettent de tracer les lignes principales d'une politique rationnelle des eaux. C'est la raison, la science qui précède la pratique et lui indique la voie à suivre. Dans ce sens les projets grandioses qu'on élabore actuellement en Italie pour couvrir le pays d'un réseau d'installations hydro-électriques, et dont le résultat serait une transformation profonde de la vie économique du pays, sont particulièrement significatifs. C'est un triomphe de l'ordonnance rationnelle des phénomènes économiques sur le tâtonnement empirique qui jusqu'à présent avait trop souvent le dessus dans l'organisation de la production.

Des besoins purement pratiques (la nécessité de suppléer à la pénurie croissante du charbon) ont fait naître la conception hardie d'une exploitation intensive des courants d'eau en Italie.

Dans son ensemble le problème peut se formuler de la façon suivante : *la substitution de l'énergie hydraulique à l'énergie thermique comme principale source d'énergie motrice.* Il s'agit de tirer profit de ce qui jusqu'à présent constituait comme une espèce d'infériorité de l'Italie à l'égard d'autres pays abondamment pourvus de charbon. Le manque de la houille noire fera de l'Italie un pays dont la principale force de production sera constituée par la houille blanche.

Pour nous rendre compte de l'importance de la houille blanche pour le développement économique du pays, il nous suffira de jeter un coup d'œil sur les progrès accomplis par l'industrie électrique dans ces trente dernières années.

II. Progrès de l'industrie électrique en Italie. — L'essor économique de l'Italie, qui date de 25 à 30 ans,

a été avant tout accompagné d'une croissance extrêmement rapide de son industrie électrique. De 1880 à 1914, plus d'un million de chevaux ont été mis en valeur (1), ainsi que l'indiquent les chiffres suivants empruntés à une statistique publiée par le Ministère des Finances:

Années.	Chevaux.	Années.	Chevaux.	Années.	Chevaux.
1880....	135 000	1903....	379 568	1909....	820 368
1884....	160 000	1904....	526 706	1910....	897 464
1890....	180 000	1905....	485 579	1911....	956 150
1900....	250 889	1906....	549 280	1912....	963 294
1901....	289 756	1907....	612 035	1913....	976 268
1902....	311 014	1908....	729 029	1914....	1 022 960

Cette croissance des installations électriques était accompagnée d'une diminution du prix de revient et du prix de vente de l'énergie électrique. Tandis que les prix des produits nécessaires à la vie augmentaient de 50 pour 100 en moyenne, pendant les quinze dernières années, le prix de l'électricité subissait une baisse considérable. En 1894 le kilowatt-heure pour lumière coûtait à Milan 1,40 fr; aujourd'hui il se vend à 40,30 et 20 centimes. Le kilowatt-heure pour force motrice, qui se vendait 25 centimes en 1894, revient aujourd'hui aux grandes industries à 6 et 5 centimes; pour les industries qui n'ont pas besoin d'un afflux d'énergie ininterrompu il est même possible d'avoir le kilowatt-heure à 1 centime et au-dessous.

Malgré ces prix relativement bas, les industries électriques ont su réaliser de beaux profits, et les capitaux investis dans les usines électriques donnent des dividendes sûrs et d'une moyenne élevée. D'après une publication du « Credito Italiano », la moyenne des dividendes de 151 sociétés par actions qui embrassent la totalité de la production d'énergie électrique avec un capital de 453,4 millions et des réserves de 32,4 millions de francs, a été, en effet : de 6,74 pour 100 en 1909; 6,83 en 1910; 6,31 en 1911; 7,16 en 1912; 5,64 en 1913. Pour une année de crise comme l'année 1913, le dividende de 5,64 pour 100 présente un revenu assez respectable.

Le tableau devient plus impressionnant encore si au lieu d'un dividende moyen nous considérons le développement individuel d'une grande Société au point de vue capital, dividende, énergie produite. Voici quelques chiffres relatifs à l'une de ces entreprises : la « Società Ligure Toscana di Elettricità » (2) :

Années.	Capital en millions.	Dividende en pour 100.	Kw-h produits en millions.	Nombre de lampes installées.	Puissance des moteurs installés en chevaux.
1905.....	1	"	"	"	"
1906.....	2	"	"	"	"
1907.....	2	4	2	"	"
1908.....	2	5	4	24000	3 500
1909.....	2	5,5	5	"	"
1910.....	4,3	5,5	7	"	"
1911.....	7	6	9,5	"	"
1912.....	10	6,5	15	"	"
1913.....	10,9	7	20,5	"	"
1914.....	19	7	31,5	"	"
1915.....	22	7	48	270 000	26 000

Cette Société, fondée pour fournir une puissance de 3000 chevaux à la ville de Livourne, dessert aujourd'hui en énergie électrique les provinces de Lucca, Livourne, et en partie celles de Pise, Florence, Massa et Grosseto.

Dans l'espace de 10 ans, la Société en question a subi un développement grandiose. D'un million de lires, son capital a augmenté jusqu'à 22 millions. Dans cette concentration de son capital, la Société a absorbé d'autres organismes économiques moins importants. La Società Toscana de Pise, la Società Livornese di Elettricità, la Società Forze motrici de Lucca, la Società Elettrica de Pescia et Montecatini forment une partie intégrante de cette énorme agglomération de capitaux et d'installations techniques.

Si nous examinons l'aspect économique des autres Sociétés électriques, nous trouvons partout les mêmes caractères. Au point de vue technique, des installations grandioses avec une production très centralisée de force motrice et un réseau de distribution très ramifié; au point de vue financier, une très forte concentration de capitaux (1).

(1) Ettore Conti, *Per una politica nazionala delle forze idro-elettriche in Italia* (*Direzione della Nuova Antologia*, Roma, 1910, p. 5).

(2) Angelo Omodeo, *Il problema idraulico*. Discours prononcé à la VIII[e] réunion de la Società Italiana per il progresso delle scienze, nei giorni 3 e 4 marzo 1916, p. 11. Roma, 1916.

(1) Voici la liste des principales Sociétés électriques avec leurs caractéristiques principales :

Elettricità Alta Italia. — Capital, 25 millions; obligations, 17 millions; chevaux, 70000. Dessert entièrement la province de Turin et partiellement celle de Novara.

Officine Elettriche Genovesi. — Capital, 20 millions; obligations, 20 millions; chevaux, 47 000. Dessert Gênes et alentours.

Società Elettrica Bresciana. — Capital, 20 millions, obligations, 9 millions; chevaux, 22 000. Dessert Brescia et la province de Brescia.

Società Elettrica Riviera di Ponente. — Capital, 20 millions; obligations, 3 millions; chevaux, 90 000. Dessert Riviera di Ponente, Savona, Gênes.

Società Lombarda. — Capital, 18 750 000; chevaux, 65 000. Dessert le Haut-Milanais.

Imprese Elettriche Conti. — Capital, 24 millions; obligations, 10 millions; chevaux, 70000. Dessert partiellement les provinces de Milan, Novara, Bergamo, Pavia et Alessandria.

Società Edison. — Capital, 18 millions; chevaux, 49 000. Dessert Milan.

Società Meridionale di Elettricità. — Capital, 50 millions; chevaux, 40 000. Dessert les provinces de Caserta, Naples et Salerno.

Società Afriatica di Eletricità. — Capital, 27 millions, obligations, 5 millions; chevaux, 25 000. Dessert la province de Vénétie et une parie de la Romagne.

Società Elettrica dell'Adamello. — Capital, 15 millions; obligations, 10 millions; chevaux, 50000. Dessert subsidiairement la Lombardie (en collaboration avec les Sociétés Edison, Conti, Bergamesca).

Società Elettrica della Sicilia Orientale. — Capital, 15 millions; obligations, 6 millions; chevaux, 10000. Dessert les provinces de Messine, Catania et Syracuse.

Società Ligure Toscana di Elettricità (dont nous avons

Cette grande concentration des installations a des bases essentiellement techniques. Elle a été rendue possible et même nécessaire avec les découvertes scientifiques, qui permettent la transmission de l'énergie électrique à grande distance. L'énergie du courant d'eau recueillie dans une vallée peut être transmise par l'intermédiaire de fils de cuivre, ces véhicules silencieux de l'énergie électrique, à de grands centres industriels très distants.

Le prix élevé des installations nécessaires pour la dérivation des forces hydrauliques rend absolument infructueuses les petites utilisations de force.

Une seule et grande station qui peut desservir une province, quelquefois même une région totale, se présente comme unique forme rationnelle d'exploitation des forces motrices hydro-électriques. C'est ce principe d'*économie de force* qui de manière irrésistible a stimulé l'organisation d'énormes stations hydro-électriques, et de grandes sociétés pour la distribution de l'énergie électrique. La statistique des demandes de concessions le prouve clairement.

Tandis qu'en 1885-1886 la puissance moyenne demandée par concession se montait à 36 chevaux, elle était de 130 chevaux entre 1889 et 1892, de 230 entre 1897 et 1898, et s'élevait à 2160 dans la période s'étendant du 6 juillet au 9 décembre 1899; et pendant les toutes dernières années on a pu enregistrer des demandes de concessions de 100 000 chevaux.

III. Utilisation future des forces hydro-électriques. — Si le développement de l'industrie électrique avait pris une importance aussi grande avant la guerre, l'industrie italienne se servait pourtant en une très forte mesure d'une autre source d'énergie : la houille. Naturellement pauvre en houille, elle s'adressait à de nombreux fournisseurs : l'Angleterre, l'Allemagne, la France, qui donnaient à son industrie 10 à 11 millions de tonnes de houille par an. La guerre, avec la diminution de la marine marchande, la hausse des frets et du prix de revient du charbon, a fait subir aux industries italiennes une crise terrible qui les menaçait de paralysie. L'importation de la houille en 1913 représentait pour l'Italie une dépense de 350 millions d'or. Si pendant la guerre l'industrie italienne avait continué à s'approvisionner aux prix de guerre, ses débours se seraient élevés à 1,5 milliard.

Il était donc très naturel de chercher une issue à cette situation. La solution se présentait toute prête. Au lieu de payer la houille anglaise à poids d'or, il n'y avait qu'à organiser une exploitation plus intensive de la « houille blanche » que le pays offrait en abondance. La pensée collective se mit à travailler obstinément dans cette direction. On se mit à faire des calculs, dresser des bilans des forces hydrauliques dont on disposait, et il se trouva que les richesses du pays étaient bien plus grandes qu'on ne supposait. D'après les calculs préalables du Ministère des Finances, l'Italie peut facilement fournir encore 4 millions de chevaux. Les économistes et industriels sont plus modestes dans leurs projets pour l'avenir immédiat, et croient pouvoir se borner à la création d'un autre million de chevaux.

Quel rôle cette grande quantité de force motrice seraitelle appelée à jouer dant l'économie nationale du pays?

Nous retracerons en quelques traits le tableau qu'en donne l'ingénieur Conti qui se trouve à la tête des plus grandes Sociétés électriques de Milan (Imprese Elettriche Conti; capital, 24 millions).

Tout d'abord on pourrait remplacer une partie assez considérable du charbon qui est brûlé actuellement par les chemins de fer par l'application de l'énergie électrique.

On ne peut naturellement pas penser à une électrification complète de toutes les lignes existantes, qui à elle seule demanderait 1 million de chevaux. Mais pour 2000 à 2300 km de voie ferrées, les études techniques sont déjà faites et démontrent que l'application de l'énergie électrique serait particulièrement avantageuse au point de vue économique.

L'Italie, dont le trafic se déroule à travers des chaînes de montagne, est un pays qui semble prédestiné par la nature à une électrification de ses chemins de fer. Elle possède jusqu'à présent 340 km de voie ferrée électrique, les lignes de Valteline, de Giovi et de Varese, qui sont admirablement bien organisées au point de vue technique et dont la puissance de transport est le double de la puissance de transport ordinaire. Pour alimenter les 2000 km de lignes projetées il faudrait 200 millions de kilowattsheure par an, soit une puissance d'environ 200000 chevaux. Cela donnerait une économie de 500 000 tonnes de houille par an pour commencer.

Quant à l'application de l'énergie électrique à l'industrie, elle a un champ d'action presque illimité dans l'électrochimie et l'électrométallurgie. Les quantités d'énergie électrique que peuvent consommer ces deux branches de production sont très considérables. Une usine de ce genre absorbe quelquefois plus d'énergie qu'une grande métropole pour tous ses besoins d'industrie, d'éclairage et de transport. La métallurgie italienne a jusqu'à présent presque exclusivement été basée sur l'emploi du charbon comme moyen de chauffage et réactif chimique. Elle a en cela suivi les procédés de production des autres pays qui disposent de grandes quantités de charbon. Mais la situation de l'Italie est très différente de celle de l'Allemagne, de l'Angleterre et de la France. Il faut qu'elle se procure le charbon qu'elle ne possède pas; il faut aussi qu'elle se procure en partie le minerai de fer qu'elle produisait en quantité très restreinte. Ces deux conditions mettent la métallurgie italienne dans une situation d'infériorité évidente et lui rendent la concurrence avec l'industrie métallurgique d'autres pays extrêmement difficile.

Mais la guerre a eu dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres une action très stimulante et a encouragé le progrès technique. Tout d'un coup on a découvert que l'Italie possédait bien plus de ressources minières qu'on ne supposait. La Sardaigne, le Piémont, la Lom-

---

tracé le développement). — Capital, 22 millions chevaux, 40 000. Dessert les provinces de Lucca, Pisa, Livorno et Massa.

Società Toscana per Imprese Elettriche. — Capital, 10 millions; obligations, 8 millions; chevaux, 10 000. Dessert Florence et alentours.

Società Anglo-Romana. — Capital, 30 millions; obligations, 2 millions; chevaux, 21 000. Dessert Rome.

bardie ont des gisements de minerai de fer qu'on pourrait facilement exploiter en appliquant de l'énergie moins coûteuse que celle du charbon. A Cogne il y a des gisement de 8 millions de tonnes de magnétite qui contiennent 55 pour 100 de fer. Les forces hydrauliques dont dispose la contrée donneraient facilement 10000 chevaux qui permettraient d'obtenir de ce minerai 20 000 tonnes de fonte par an. D'autres minerais riches en fer se trouvent dans les vallées bergamasques qui ont aussi les forces motrices hydrauliques nécessaires pour leur utilisation. Une autre partie de la fonte que consomme la sidérurgie italienne lui pourrait être fournie par un traitement électrique des cendres de pyrites que donne la fabrication de l'acide sulfurique (250 000 tonnes).

Pour que cette production soit économiquement avantageuse, il faudrait avoir l'énergie électrique à très bas prix, c'est-à-dire à 1 ou 1,25 centime par kilowatt-heure. Jusqu'à présent l'Italie exportait ses pyrites; pendant la guerre on a commencé à les traiter au four électrique et les résultats ont été très favorables. L'ingénieur Conti a calculé qu'en utilisant les nouveaux gisements de minerai et les pyrites, on pourrait facilement obtenir une réduction d'importation de fonte pour 15 millions de lires, et une réduction d'importation de charbon pour 20 millions de lires.

On ne peut guère compter sur une alimentation complète de la sidérurgie italienne par du minerai et de la fonte du pays. L'Italie sera pour un temps assez long encore contrainte à importer de la fonte et de la ferraille pour la fabrication de son acier [1].

Mais si elle ne peut pas s'émanciper de l'importation de fonte et de ferraille, sa sidérurgie se développerait quand même de façon bien plus intense en produisant l'acier dans des fours électriques. Au point de vue technique, la production de l'acier dans les fourneaux électriques est très supérieure aux procédés de production habituels. Le produit obtenu est plus pur et a une plus grande résistance mécanique. Quant aux avantages économiques de ce mode de production, on ne les obtient que dans les cas où l'énergie électrique peut être produite à bas prix. Et il faut dire que dans la production électrique de l'acier, l'Italie tient une place fort honorable parmi les autres nations.

L'électrosidérurgie a fait des progrès énormes pendant les dernières années. Il paraît qu'elle va assurer un rang prédominant aux pays qui disposent de forces hydrauliques. Tandis que la période économique qui a pour point culminant le magistral développement de l'Allemagne a été basée essentiellement sur l'exploitation du *charbon* comme *source d'énergie*, d'autres tendances économiques se dessinent qui permettent de prévoir une exploitation bien plus intensive des forces de la nature à l'aide de l'*hydro-électricité*. Ces tendances sont marquées très clairement par le développement de l'électrosidérurgie pendant les cinq dernières années, développement nettement accusé par les chiffres suivants publiés par la revue américaine *The Iron Age* [1] :

Pays.	Nombre de fours électriques. 1910.	1913.	1915.	1916.
États-Unis et Canada	13	22	43	81
Allemagne	30	34	46	53
Angleterre	7	16	16	46
Suède	5	6	18	23
Italie	12	20	22	22
France	23	13	17	21
Russie	2	4	9	11

L'augmentation rapide du nombre des fours électriques surtout depuis le début de la guerre, laquelle a accru les besoins sidérurgiques des nations, démontre que c'est à ce mode de production qu'appartient l'avenir. L'Amérique détient le premier rang, disposant en dehors de ses énormes ressources de houille, des forces hydrauliques presque illimitées. Pourtant les autres pays ont également fait un effort très considérable. L'*Iron Age* constate que depuis le 1er juillet 1913 le nombre des fours électriques a plus que doublé (140 fours en 1913 contre 303 en 1916). Les États-Unis ont durant ce temps quadruplé le nombre de leurs fours électriques (19 en 1913 contre 73 en 1916, sans compter le Canada). Si les pays d'Europe ne veulent pas trop rester en arrière après la guerre, ils seront forcés d'intensifier énormément leur sidérurgie pour tenir face à la concurrence américaine. Et il est sûr que dans ce développement de l'électrosidérurgie un des plus beaux rôles est réservé à l'Italie avec ses nombreux cours d'eau.

Une troisième application de l'énergie électrique se trouverait enfin dans l'agriculture. L'agriculture italienne est trop extensive. Tandis que la superficie cultivée en France ne surpasse que d'un quart la superficie des terres cultivées en Italie, la valeur de la production agricole française se monte à 15 milliards contre 7 milliards obtenus par l'agriculture italienne. La production italienne ne suffit pas à la consommation du pays. L'importation annuelle de blé et de sarrasin se monte à 450 000 lires environ. Un hectare produit 20 quintaux de blé en Allemagne, 22 en Angleterre, 28 en Belgique; il n'en produit que 14,50 en Italie. Pour arriver à suffire aux besoins de consommation de sa population, l'Italie devra accroître sa production agricole de manière très intensive. Cette intensification de l'agriculture pourrait facilement s'obtenir à l'aide de l'énergie électrique. Jusqu'à présent les engrais azotés s'importaient du Chili. Mais on connaît déjà les procédés qui servent à obtenir les nitrates, directement en utilisant l'azote de l'air. Toutes les difficultés économiques et techniques ont été vaincues. Les trois produits principaux obtenus jusqu'à présent sont : le nitrate de calcium, la cyanamide calcique, l'ammoniaque synthétique. La production de ces engrais azotés a été déjà mise sur une base rationnelle en Italie. Un industriel courageux en Lombardie a trouvé

(1) Voici les chiffres pour l'année 1913 :

	Tonnes.
Production de fonte en Italie	427000
Importation de fonte	220000
Ferraille	326000
Plaques	84000

(1) *The Electric Steel Industry's Present Status* (*The Iron Age*, 6 January 1916, p. 94-97).



le moyen de mettre sur le marché 45 000 quintaux d'acide nitrique par an, en utilisant 60 millions de kilowatts-heure. D'autres fabriques pour la production des engrais chimiques, tels que la cyanamide calcique, ont été fondées depuis peu. Pour obtenir la quantité de matières azotées nécessaires à l'agriculture italienne, il faudrait 400 000 chevaux, ce qui n'apparaît pas du tout exagéré si l'on pense que la Norvège emploie dans ce but 500 000 chevaux et qu'elle poursuit des travaux pour l'installation nouvelle de 200 000 chevaux. De cette manière on pourrait économiser une importation de 3 750 000 quintaux de blé, ce qui équivaut à 90 millions de lires.

L'énergie électrique pourrait s'appliquer encore à tous les travaux agricoles, comme c'est déjà le cas dans quelques parties du Piémont, ainsi que pour amener et distribuer l'eau nécessaire à l'irrigation. Nous trouvons des installations de ce genre en Vénétie, mais elles offrent l'inconvénient de puiser leur énergie à des usines thermiques, ce qui augmente considérablement le coût de l'énergie électrique. Dans l'agriculture comme ailleurs dans la production, l'énergie électrique ne peut être utilisée qu'à condition d'être à bas prix, et ce bas prix ne peut s'obtenir qu'en installant de grandes stations hydro-électriques.

IV. En dotant l'industrie italienne d'une force motrice aussi puissante et aussi rationnellement distribuée, l'ingénieur Conti croit pouvoir obtenir des résultats économiques très importants. Et notamment il espère pouvoir améliorer sensiblement la *balance commerciale* du pays. Dans un pays comme l'Italie, où les importations dépassent les exportations, cette balance donnait annuellement un passif d'un milliard, dont 350 millions étaient dus à l'importation du charbon.

En utilisant les forces motrices hydrauliques on introduirait deux ordres d'éléments pour améliorer la balance commerciale. Tout d'abord une *diminution* de l'*importation* du charbon : dans les industries, dans l'agriculture, dans la traction des chemins de fer, le moteur thermique sera partiellement remplacé par le moteur électrique, comme dans la métallurgie les fours Martin feront place aux fours électriques. Ensuite il y aurait une *diminution d'importation* de toutes les matières (produits agricoles, engrais chimiques, fonte, etc.) que l'électricité permettra de produire directement en Italie.

L'ingénieur Catani a calculé que le développement industriel de l'Italie après la guerre demandera une augmentation de 40 pour 100 de combustible. Cela équivaudrait à une importation de 14 millions de tonnes de charbon. Avec une bonne politique des eaux on pourrait économiser 50 pour 100 de combustible, c'est-à-dire 7 millions de tonnes, en leur substituant 3 800 000 chevaux captés aux cours d'eau.

M. Conti croit que pour commencer il faudrait se contenter d'un million de chevaux, qui équivaudraient à 3 millions de tonnes de charbon, lesquelles, aux prix d'avant la guerre, correspondraient à une diminution de 100 millions de lires dans l'importation. En utilisant la totalité de cette puissance électrique à une production directe de la richesse, nous aurions : 400 000 chevaux employés à la production d'engrais chimiques donneraient, comme nous l'avons déjà dit, une diminution d'importation de 3 750 000 quintaux de blé pour une valeur de 90 millions de lire; 100 000 chevaux servant à la meilleure utilisation des minerais de fer, des hématites, permettraient de diminuer l'importation du fer de 65 000 tonnes, ce qui donnerait une économie de 39 millions de lires; 130 000 chevaux serviraient à obtenir des cendres de pyrite 120 000 tonnes de fonte, pour une valeur de 13 millions encore; enfin 100 000 chevaux seraient employés à la production du zinc, qui augmenterait l'actif de la balance commerciale de la somme de 40 millions de lires. En dehors de la réduction de l'importation du charbon, l'application de l'énergie électrique à l'industrie donnerait donc un accroissement de richesse se chiffrant par 200 millions.

Ces 300 millions, acquis par une organisation meilleure de la production, pourraient eux-mêmes contribuer à une amélioration sensible de la balance commerciale. Toute création de richesse est accompagnée par un développement intense du marché intérieur. En donnant du travail à la population, le capital donne aussi des moyens de consommation. L'augmentation de production due à l'exploitation des forces hydrauliques aura un autre effet économique encore. Elle fera descendre les *prix* dont la hausse fantastique pendant la guerre n'est autre chose que le symptôme d'une raréfaction des éléments de la production.

L'effet de ce développement de la production sera donc double. Il se traduira au dehors par une amélioration de la balance commerciale, il se traduira à l'intérieur du pays par un développement du marché de consommation, par une croissance des facultés d'achat de la population.

V. Il est évident que la question du développement des forces hydro-électriques est la question fondamentale de l'avenir du pays. Si l'Italie parvient à substituer l'énergie électrique à l'énergie thermique, elle pourra se rendre parfaitement indépendante au point de vue de son économie nationale. Reste à savoir si les forces hydrauliques qu'on peut exploiter se trouvent encore en quantité suffisante à la disposition de l'industrie.

L'ingénieur Omodeo, un des plus grands connaisseurs de l'hydrographie de son pays, trouve que les forces hydrauliques de l'Italie peuvent être considérées pour un avenir encore prolongé comme parfaitement illimitées. En complétant l'utilisation des forces motrices des Alpes, avec leurs grands cours d'eau abondamment nourris, par la création de *lacs* artificiels dans les Apennins, qui régulariseraient la chute violente et « catastrophique » des torrents apennins, en recueillant les pluies abondantes dans l'Italie méridionale dans des bassins créés dans ce but, en conduisant les eaux qui empoisonnent les marais des contrées ravagées par la malaria dans des *lacs artificiels* au lieu de les déverser dans la mer, on obtiendrait une augmentation si considérable des forces hydrauliques qu'elle dépasserait sûrement les exigences du moment dans une très fortes mesure.

La création des lacs artificiels, pour régulariser et systématiser la distribution des eaux, est un des plus beaux problèmes techniques qui aient été résolus en Italie. Depuis de petits bassins contenant 7 à 8 millions de mètres

cubes d'eau, on est arrivés à des construction grandioses contenant jusqu'à 400 millions de mètres cubes d'eau (notamment les travaux des lacs de Tirso et Silo, dont l'exécution a été confiée à l'ingénieur Omodeo).

Les tentatives de vouloir enregistrer les ressources hydrauliques de l'Italie, dit l'ingénieur Omodeo, me paraissent prédestinées au même sort que les calculs qu'on fait des ressources houillères d'un pays. Elles se perdent dans des appréciations plus ou moins vagues, quelquefois même fantastiques.

Seulement l'énergie du charbon se distingue très sensiblement de l'énergie hydraulique. Une fois le charbon brûlé, l'énergie est consommée. Une mine épuisée ne se reproduit plus. L'eau au contraire représente une source de force éternelle. Utiliser toutes les ressources hydrauliques d'un pays ne veut pas du tout dire les épuiser. Au contraire un pays doué d'un système d'utilisation des forces hydro-électriques s'adresse à une *source d'énergie* éternellement jeune, éternellement généreuse, éternellement productive. Son avenir économique est assuré à jamais.

MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

Pertes à la surface des pôles (1).

La perte par courants de Foucault aux pôles des machines électriques, due au passage des dents, n'est pas susceptible de mesures expérimentales, car la perte en question est toujours accompagnée d'autres, desquelles elle n'est pas aisément isolée, plusieurs étant de plus grande importance que celle cherchée et fonction des mêmes variables, tandis que d'autres dépendent des circonstances sur lesquelles il y a peu de contrôle possible. Ce sujet est pourtant un de ceux pour lequel le résultat calculé, s'il dérive de faits en accord avec les conditions physiques, offre plus de certitude qu'un résultat d'essai. Il y a quelques années l'auteur a donné la formule appropriée des pertes par courants de Foucault dans les pôles, sans donner cependant la méthode de calcul. Puisque cette formule a récemment été mentionnée, il semble désirable de publier le procédé complet de calcul.

VARIATION DE LA DENSITÉ DU FLUX AU PÔLE. — Cette variation due à l'existence de l'armature des dents a été discutée dans la note dont il est question ci-dessus.

Dans un cas particulier pour lequel le champ de force, aux environs de l'intervalle entre dents, est montré figure 1, la variation de densité est montrée figure 2. En général si s est la distance entre dents et g l'épaisseur d'une dent, la densité de flux au pôle varie d'une valeur maximum B_1 sur le sommet de la dent, à une valeur minimum $\frac{B_1}{\sqrt{1+\frac{s^2}{4g^2}}}$ au centre de l'intervalle. La variation totale est en conséquence

$$B_1\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+\frac{s^2}{4g^2}}}\right).$$

La variation de densité de flux ne suit pas une loi aussi simple, mais étant périodique avec l'épaisseur de la dent comme période, et ayant la caractéristique générale montrée figure 2, la supposition que la variation suit une loi sinusoïdale n'était pas éloignée des faits physiques.

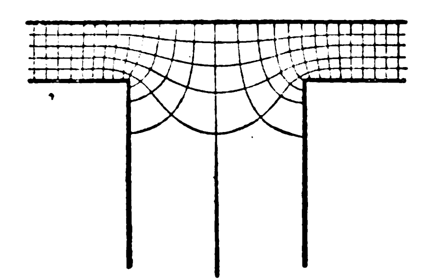
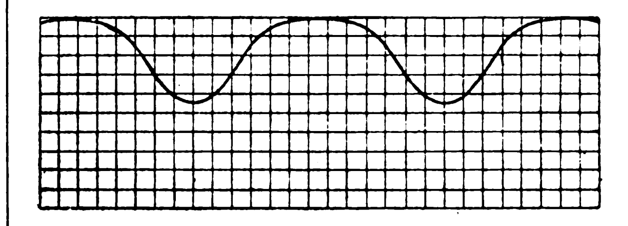


Fig. 1. — Champ magnétique entre dents.



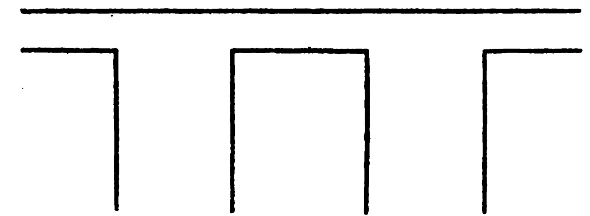


Fig. 2. — Densité du flux à la surface des pôles.

Par conséquent, si B' est l'amplitude de la variation supposée sinusoïdale,

$$B' = \frac{1}{2}B_1\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+\frac{s^2}{4g^2}}}\right).$$

La densité de flux connue est cependant, non B_1 le maximum, mais $\frac{B_1}{K}$ où K est le coefficient apporté par l'air; appelant cette quantité B, l'amplitude B' est donnée par

$$(1) \qquad B' = \frac{1}{2}KB\left\{1-\frac{1}{\sqrt{\left[1+\frac{s^2}{4g^2}\right]}}\right\}.$$

(1) T.-W. CARTER, *Journal of Institution of the Electrical Engineers*, t. LIV, n° 253, 1er janvier 1916, p. 168-170.

Équations fondamentales. — Puisque l'épaisseur des dents est petite comparée avec le rayon du pôle, la courbure de celui-ci peut être négligée.

Prenons le plan de la surface du pôle, comme plan de coordonnées x, y, et l'axe du pôle comme axe des z. Supposons l'axe des x parallèle aux intervalles entre les dents. Supposons u, v, w les composantes des densités de courant parallèles aux axes, et a, b, c les composantes des densités de flux dans ces directions. Appelons μ la perméabilité, supposée constante, du fer dans le voisinage de la surface des pôles, et ρ sa résistance spécifique.

Les équations fondamentales du champ sont [1] :

$$(2)\qquad \frac{db}{dz}-\frac{dc}{dy}+4\pi\mu u=0,$$

$$(3)\qquad \frac{dc}{dx}-\frac{da}{dz}+4\pi\mu v=0,$$

$$(4)\qquad \frac{da}{dy}-\frac{db}{dx}+4\pi\mu w=0,$$

$$(5)\qquad \frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}-\frac{1}{\rho}\frac{da}{dt}=0,$$

$$(6)\qquad \frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}-\frac{1}{\rho}\frac{db}{dt}=0,$$

$$(7)\qquad \frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}-\frac{1}{\rho}\frac{dc}{dt}=0.$$

De ces équations il s'ensuit qu'une des six quantités u, v, w, a, b, c, est dérivable d'une équation de la forme

$$(8)\qquad \Delta^2 u=\frac{4\pi\mu\, du}{\rho\, dt}.$$

Cas des pôles pleins. — Dans ce cas, la longueur axiale du pôle étant considérable, comparée avec celle de l'épaisseur de la dent, la solution peut être considérée comme indépendante de x. De plus, si q est l'épaisseur de la dent et V la vitesse des dents à la surface des pôles, la loi sinusoïdale de variation de densité de flux appliquée conduit à une solution analogue à $e^{\frac{2\pi i(y-Vt)}{q}}$.

Alors l'équation (8) se réduit à la forme

$$(9)\qquad \frac{d^2u}{dz^2}-\left(\frac{4\pi^2}{q^2}-\frac{8\pi^2\mu V}{q\rho}i\right)u=0.$$

La solution de celle-ci varie avec

$$e^{-\lambda z},$$

d'où

$$\lambda^2=\frac{4\pi^2}{q^2}-\frac{8\pi^2\mu V}{q\rho}i$$

ou

$$(10)\qquad \lambda=\frac{2\pi}{q}\sqrt{(\text{séc}\,2\alpha)e^{-i\alpha}},$$

d'où

$$(11)\qquad \text{tang}\,2\alpha=\frac{2\mu V q}{\rho};$$

[1] *Voir* Maxwell, *Traité sur l'Électricité et le Magnétisme*, t. II, chap. 8 et 9, ou J.-J. Thomson, *Éléments d'Électricité et de Magnétisme*, chap. 2.

alors

$$(12)\qquad u=u_0\, e^{-\frac{2\pi}{q}\sqrt{\text{séc}\,2\alpha}\cos\alpha z+\frac{2\pi}{q}i\left[y+\sqrt{\text{séc}\,2\alpha}\sin\alpha z-Vt\right]}.$$

De même, avec v, w, a, b et c.

Comme la composante du courant est à angle droit par rapport à la surface du pôle, elle est nulle ($w=0$, quand $z=0$), par conséquent $w_0=0$ et $w=0$. De l'équation (4) $a=0$, et de l'équation (3) ou (5) $v=0$. Les équations (6) et (7) donnent

$$(13)\qquad \frac{u_0}{-\dfrac{2\pi V i}{q}}=\frac{b_0}{\rho\lambda}=\frac{c_0}{\dfrac{2\pi\rho i}{q}}+\ldots.$$

La perte de puissance par courants de Foucault est

$$(14)\qquad W_1=\rho\iiint u^2\,dx\,dy\,dz.$$

La perte moyenne par unité de surface de pôle est, par conséquent,

$$(15)\qquad W=\frac{1}{2}\rho\int_0^\infty u_0^2\, e^{-\frac{4\pi}{q}\sqrt{\text{séc}\,2\alpha}\cos\alpha z}\,dz$$
$$=\frac{\rho q u_0^2}{8\pi\sqrt{(\text{séc}\,2\alpha)}\cos\alpha}.$$

Il reste maintenant à déterminer la relation entre u_0 qui détermine l'amplitude des courants de Foucault et B' [équation (1)], l'amplitude du champ déterminant ce courant; actuellement B' est, dans ce cas, sensiblement égal à c_0, et u_0 est donné par l'équation (13), car le champ dû aux courants est petit; il est cependant intéressant de le montrer et de déterminer la relation entre B' et u_0 dans le but que les résultats puissent avoir une application aussi grande que possible.

La densité de flux à (y'_0) perpendiculaire à la surface du pôle et due à l'élément de courant à (yz) est

$$\delta c'=\frac{4\mu}{\mu+1}\,\frac{y'-y}{z^2+(y'-y)^2}\,u\,dy\,dz,$$

de là

$$c'=\frac{4\mu u_0}{\mu+1}\iint\frac{(y'-y)\,e^{\frac{-\lambda z+2\pi i(y-Vt)}{q}}}{z^2+(y'-y)^2}\,dy\,dz$$
$$=-\frac{4\mu u_0}{\mu+1}e^{\frac{2\pi i(y'-Vt)}{q}}$$
$$\times\iint\frac{(y-y')\,e^{\frac{-\lambda z+2\pi i(y-y')}{q}}}{z^2+(y-y')^2}\,dy\,dz,$$

la somme étant appliquée à tout le pôle.

Pour une valeur particulière de z [1]

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{(y-y')\,e^{\frac{2\pi i(y-y')}{q}}}{z^2+(y-y')^2}\,dy=\pi i\, e^{\frac{-2\pi z}{q}},$$

[1] *Voir* Todhunter, *Traité sur le Calcul intégral*, chap. 12, § 290.

on a

$$(16)\quad c' = -\frac{4\mu u_0}{\mu+1}\pi i e^{\frac{2\pi i(y-Vt)}{q}} \int_0^\infty e^{-\left(\lambda+\frac{2\pi}{q}\right)z} dz$$

$$= -\frac{4\mu u_0}{\mu+1}\frac{\pi i}{\lambda+\frac{2\pi}{q}} e^{\frac{2\pi i(y-Vt)}{q}}.$$

Alors en se reportant à l'équation (13)

$$(17)\quad c - c' = \left\{-\frac{\rho}{V} + \frac{4\mu}{\mu+1}\frac{\pi i}{\lambda+\frac{2\pi}{q}}\right\} u_0 e^{\frac{2\pi i(y-Vt)}{q}}$$

$$= -\frac{\rho}{V}\left\{1 + \frac{\lambda+\frac{2\pi}{q}}{\frac{2\pi(\mu+1)}{q}}\right\} u_0 e^{\frac{2\pi i(y-Vt)}{q}}.$$

Le module de $c - c'$ est B'; substituant la valeur de λ de l'équation (10)

$$(18)\quad u_0^2 = \frac{(B')^2\frac{V^2}{\rho^2}(\mu+1)^2}{\mu^2 + 2\mu\sqrt{(\text{séc}\,2\alpha)}\cos\alpha + \text{séc}\,2\alpha}.$$

Alors de l'équation (15)

$$(19)\quad W = \frac{q V^2 (B')^2}{8\pi\rho\sqrt{(\text{séc}\,2\alpha)}\cos\alpha} \times \frac{(\mu+1)^2}{\mu^2 + 2\mu\sqrt{(\text{séc}\,2\alpha)}\cos\alpha + \text{séc}\,2\alpha}.$$

C'est la formule générale de la perte de puissance par unité de surface de pôle; dans le cas considéré, comme μ est de l'ordre de 10^3, V est plusieurs fois 10^3, ρ est environ 10^4 et q de quelques unités, alors dans l'équation (11) $\text{tang}\,2\alpha$ est grand et α est voisin de $\frac{1}{4}\pi$, donc $\text{séc}\,2\alpha = \text{tang}\,2\alpha$ et $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$ approximativement. La seconde fraction de l'équation (19) devient pratiquement égale à l'unité et

$$(20)\quad W = \frac{q V^2 (B')^2}{8\pi\rho\sqrt{\left(\frac{\mu V q}{\rho}\right)}}$$

$$= \frac{1}{8\pi} q^{\frac{1}{2}} V^{\frac{3}{2}} \rho^{-\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}} (B')^2.$$

Cas des pôles feuilletés tangentiellement. — Ici la hauteur de la dent est grande par rapport à l'épaisseur des tôles, et il est suffisant pour le but en vue de supposer que la densité des courants a une composante parallèle à l'axe des x et de valeur

$$(21)\quad v = \frac{2\pi V i}{q\rho} B' x e^{-\lambda z - 2\pi i \frac{Vt}{q}},$$

les autres composantes étant nulles; dans cette équation x s'applique seulement à une lame et est mesuré de son centre. La valeur de λ est donc

$$(22)\quad \lambda = 2\pi\sqrt{\left(\frac{\mu V}{q\rho}\right)}(1-i).$$

La perte par unité de surface de pôle est, en appelant h l'épaisseur d'une lame,

$$(23)\quad W = \frac{\rho}{h}\int_0^\infty \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} V^2\, dx\, dz$$

$$= \frac{\rho}{2h}\frac{4\pi^2 V^2}{q^2\rho^2} B'^2 \int_0^\infty \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} x^2 e^{-4\pi z\sqrt{\left[\frac{\mu V}{q\rho}\right]}} dx\, dz$$

$$= \frac{\rho}{2h}\frac{4\pi^2 V^2}{q^2\rho^2}(B')^2 \frac{h^3}{12}\frac{1}{4\pi}\sqrt{\left(\frac{q\rho}{\mu V}\right)}$$

$$= \frac{\pi}{24} h^2 q^{-\frac{3}{2}} V^{\frac{3}{2}} \rho^{-\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}} (B')^2.$$

Comparant les résultats de l'équation (20) et de l'équation (23), on voit que les valeurs des pertes par courant de Foucault dans les pôles feuilletés et des pôles pleins sont dans le rapport $\frac{1}{3}\pi^2\left(\frac{h}{q}\right)^2$. Cette valeur doit être augmentée ici, parce que la densité du flux dans le fer est plus grande dans l'équation (23), la valeur de ces pertes avec B' donnée par l'équation (1) est approximativement $2\left(\frac{h}{q}\right)^2$.

Pertes par hystérésis. — Dans le cas des pôles feuilletés, les pertes par hystérésis sont appréciables. Si la loi des pertes, indiquée par les recherches de Ball [1] est adoptée, la perte appropriée peut être calculée.

En supposant que cette perte par unité de volume et par cycle est donnée par

$$H = \{\eta + \eta' B^{1.9}\}(B')^{1.6},$$

où B est le flux moyen, B' l'amplitude de la variation, et η et η' des constantes. Les pertes de puissance par hystérésis par unité de surface sont par conséquent

$$(24)\quad W' = [\eta + \eta' B^{1.9}]\frac{V}{q}(B')^{1.6}\int_0^\infty e^{-3.2\pi z\sqrt{\left[\frac{\mu V}{q\rho}\right]}} dz$$

$$= \frac{1}{3{,}2\pi} q^{-\frac{1}{2}} V^{\frac{1}{2}} \rho^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}} (\eta + \eta' B^{1.9})(B')^{1.6}.$$

Dispositif de balais autorégulateur de la commutation.

1. Malgré l'emploi de pôles auxiliaires la commutation correcte du courant dans les machines dynamo-électriques ne peut être obtenue sans réglage du calage des balais quand la machine fonctionne avec une très forte

[1] J.-D. Ball, *The Unsymmetrical Hysteresis Loop* (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, t. XXXIV, 1915, p. 2275).

surcharge. Cela tient à ce que le flux produit par les pôles auxiliaires, dont la valeur doit être, pour qu'il n'y ait pas d'étincelles aux balais, proportionnelle à l'intensité du courant fourni à la machine ou produit par elle, cesse de croître proportionnellement à cette intensité à partir du moment où la saturation magnétique des noyaux polaires est atteinte. A moins donc de donner à ces noyaux des dimensions incompatibles avec une bonne utilisation des matériaux, une machine calculée pour fonctionner sans étincelles à son régime normal donnera des étincelles lorsqu'elle fonctionnera en surcharge.

D'après une communication faite à la section G de la British Association for the Advancement of Science [1] lors du Congrès tenu par cette Association à Manchester en septembre de l'an dernier, M. Miles Walker est parvenu, à la suite d'essais à l'École de Technologie de Manchester, à réaliser un dispositif assurant la commutation correcte sans modification du calage des balais même lors d'une surcharge importante.

2. Le schéma de ce dispositif est indiqué en figure 1.

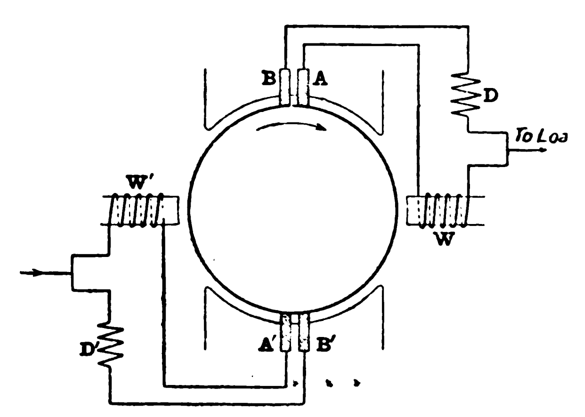


Fig. 1. — Schéma du dispositif autorégulateur.

Comme on le voit il consiste à alimenter les pôles auxiliaires W et W' au moyen de doubles balais A, B et A', B' qui sont légèrement isolés l'un de l'autre, l'un des balais de chaque paire étant relié directement à l'enroulement du pôle auxiliaire correspondant, l'autre étant relié à un circuit dérivé D ou D' ayant même résistance que cet enroulement. Le nombre des tours de fil sur chaque pôle auxiliaire est double de celui que l'on devrait avoir avec la disposition ordinaire, mais la section du fil ne correspond qu'à la moitié seulement de l'intensité du courant normal d'excitation avec le mode ordinaire de construction, de sorte que le poids de cuivre exigé par le nouveau dispositif est le même que celui que demanderait la pratique actuelle.

3. Voici comment, d'après M. Miles Walker, fonctionne ce dispositif :

Supposons que le nombre de tours sur le pôle de commutation corresponde à une bonne commutation quand la moitié du courant traverse l'enroulement. Alors le courant se divisera également entre les balais A et B, car, quand la commutation est bonne, il doit y avoir une même distribution de courant sur toute la face du balai composé AB. Si au contraire le nombre d'ampères-tours sur le pôle est trop grand il y a tendance à surcommutation, c'est-à-dire à ce que le courant dans B devienne plus grand et que le courant dans A devienne moindre. Il résulte de cette variation des courants un affaiblissement automatique du pôle de commutation et ce pôle prend une aimantation qui correspond précisément à la répartition de courant requise entre A et B.

Il a été constaté qu'en général la tension devant exister entre A et B pour donner une répartition convenable de courant entre A et B est normalement très petite, de l'ordre de 0,5 volt, tandis que la tension qui peut être engendrée entre A et B par un pôle devenant trop faible ou trop fort atteint et même dépasse 5 volts. Par conséquent une très légère modification des courants traversant A et B est suffisante pour produire la tension nécessaire pour obtenir la bonne commutation.

Supposons maintenant que le pôle de commutation tende à devenir trop faible pour une raison quelconque, par exemple la saturation de son noyau. Alors, par suite de la self-induction de la bobine polaire, le courant tend à passer principalement par le balai A et par suite accroît automatiquement l'excitation du pôle de commutation. Dans le cas extrême, qu'il serait d'ailleurs difficile de réaliser en pratique, où le courant passerait entièrement par le balai A, on aurait alors une excitation du pôle auxiliaire double de celle que l'on aurait avec la même charge dans une machine ordinaire. Par conséquent, il est possible d'obtenir une bonne commutation même lorsque la saturation du pôle exige de doubler le rapport entre les ampères-tours du courant de commutation et le courant d'armature.

4. De nombreuses expériences ont été faites par M. H.-G. Bell sur une machine de 12,5 kw, 220 volts, à courant continu dans le but de se rendre compte de la « tension de correction » qu'il est possible d'obtenir entre les balais A et B. Le porte-balais employé dans ces essais est représenté par la figure 2; les résultats de ces essais sont résumés par la figure 3 où les charges de la dynamo sont portées en abscisses et les tensions de correction, correspondant à ces charges et aux valeurs diverses de la résistance du circuit dérivé D, sont portées en ordonnées.

Les tensions de correction étaient déterminées d'après les considérations suivantes : supposons que le courant traversant W donne lieu à une aimantation du pôle de commutation faisant passer un courant de I_A ampères dans le balai A et un courant de I_B ampères dans le balai B; soient alors R_D la résistance de la dérivation D et R_W celle de l'enroulement W du pôle. Si $I_B R_D = I_A R_W$ il n'existe pas de tension de correction; si R_D est plus petit que la valeur correspondant à cette égalité, la tension de correction est négative; si, au contraire, R_D est plus grand, la tension de correction est positive.

Il est à remarquer que, s'il n'y avait pas saturation du pôle de commutation, la valeur de R_D correspondant à une tension de correction nulle serait une constante quelle

(1) Publiée dans *The Electrician*, t. LXXV, 17 septembre 1915, p. 872-874.

4...



que soit la charge. Dès que la saturation commence cette valeur idéale de R_0 augmente comme le montre la forme des courbes de la figure 3.

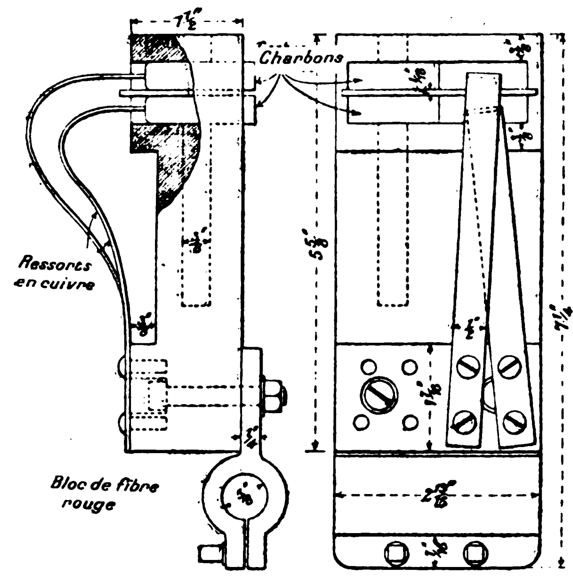


Fig. 2. — Porte-balais à double charbon employé dans les essais de M. Bell.

Dans ses essais, M. Bell a encore étudié, au moyen d'oscillogrammes, la manière dont se comportait la machine sous différentes charges lorsqu'elle était munie ou non munie du dispositif; il a constaté que, lorsque le double balai était utilisé, la machine pouvait fonctionner sans étincelles avec une charge neuf fois plus grande que celle de son bon fonctionnement avec des balais ordinaires.

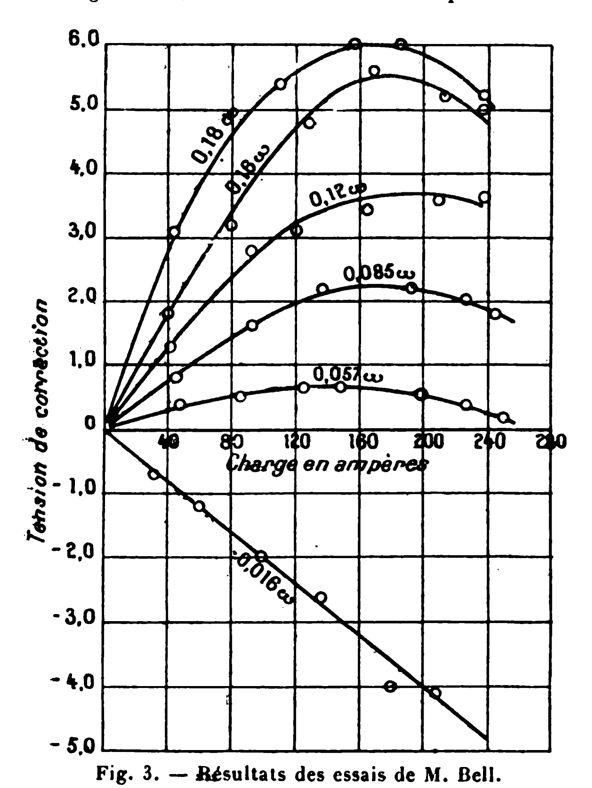


Fig. 3. — Résultats des essais de M. Bell.

5. Le dispositif de double balai a été appliqué sur un convertisseur rotatif de 50 kw, 500 v, construit par la British Westinghouse Cº; il a donné entière satisfaction. On doit l'appliquer sur un convertisseur de 1500 kw.

6. Une modification du dispositif est représentée par la figure 4. Dans cette modification le courant venant

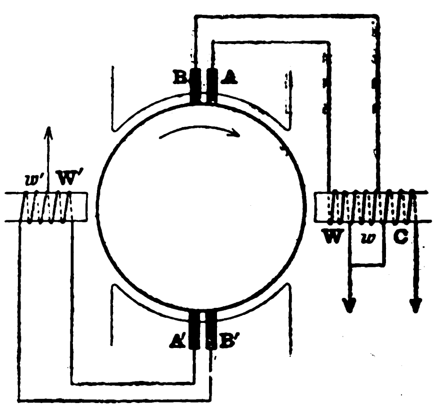


Fig. 4. — Schéma d'une modification du dispositif autorégulateur.

de B passe dans la bobine *w*, de manière à donner des ampères-tours négatifs sur le pôle de commutation. Si le nombre de tours de W est suffisamment grand pour compenser les tours de *w*, le dispositif fonctionne comme il a été expliqué. Si la construction de la machine exige que les spires de W et *w* soient les mêmes, on ajoute alors, comme l'indique la figure 4, des spires supplémentaires en C. Mais la pratique a montré que le dispositif primitif de la figure 1, plus simple, est suffisamment efficace.

L'analyse graphique des vibrations des édifices causées par les groupes électrogènes.

Les vibrations produites dans les édifices par les groupes électrogènes qui y sont installés sont non seulement gênantes pour le personnel des bureaux situés dans ces édifices, mais encore peuvent donner lieu à des instances judiciaires de la part des habitants voisins lorsque ces vibrations se transmettent aux immeubles contigus. L'étude de ces vibrations et des moyens d'y remédier présente donc un intérêt pratique, c'est ce qui nous engage à signaler une série d'expériences faites par M. Elmer E. Hall, professeur à l'Université de Californie et dont les résultats ont été récemment publiés (1).

(1) *Electrical World*, t. LXVI, 18 décembre 1915, p. 1563-1358.

Ces expériences ont été effectuées dans une usine génératrice contenant un turbo-alternateur de 100 kw tournant à la vitesse angulaire de 3600 t : min. Ce turbo-générateur était monté sur un bâti en acier au-dessus des chaudières et des condensateurs, le plancher des chaudières étant à 3 m au-dessous du niveau de la rue, celui des condensateurs à 1,50 m au-dessus et celui du turbo-générateur à 5 m au-dessus. Le bâti en acier était relié directement aux murs en ciment armé du bâtiment et avait été construit pour porter trois gros générateurs, dont un seul est installé. Le bâtiment a 16 m sur 24 m et se trouve contigu à deux autres.

Les recherches ont été faites à l'aide d'un enregistreur de vibration portatif à trois composantes, calibré avec un sismographe à pendule conique. Les deux composantes horizontales et la composante verticale sont enregistrées simultanément sur un tambour rotatif.

L'amplitude des vibrations sur le plancher de la turbine varie considérablement avec la position choisie; elle est naturellement plus grande près de la turbine et directement sur les poutres latérales supportant le turbo-générateur. Les vibrations sont plus fortes à l'extrémité turbine qu'à l'extrémité générateur. En général, les déterminations ont été faites à une distance de 7,5 à 10 m de la turbine.

D'après les inscriptions obtenues, les vibrations verticales dues au turbo-générateur et à l'excitatrice marchant régulièremnt sous une charge normale présentent deux fréquences : une lente de 12,4 vibrations complètes par seconde, fréquence naturelle du plancher, et une rapide, de 59 vibrations par seconde, évidemment en synchronisme avec le turbo-générateur, chaque vibration correspondant à une rotation de la turbine. Les amplitudes doubles de ces vibrations sont respectivement de 0,04 à 0,008 mm; près des murs elles sont tombées à 0,01 et 0,003 mm. Elles sont de l'ordre de celle qui se produit lorsqu'un véhicule chargé passe dans la rue.

Les vibrations horizontales longitudinales (parallèles à la plus longue dimension du bâtiment et en même temps à l'axe de la turbine) présentent également deux fréquences : une de 16,7 p : sec avec une amplitude double de 0,17 mm, l'autre de la fréquence de la turbine. Il en est de même pour les vibrations horizontales transversales, dont la plus lente a une fréquence de 13 p : sec et une double amplitude pouvant s'élever à 0,6 mm, et l'autre une fréquence de 59 p : sec et une amplitude de 0,01 mm.

En somme, le turbo-générateur produit deux sortes de vibrations : une en synchronisme avec la fréquence de rotation, et un ébranlement forcé du bâtiment. Ces dernières vibrations sont forcées, car elles ne sont pas en harmonie avec la fréquence naturelle ou libre du bâtiment, qui est de 4 p : sec pour les vibrations transversales et de 10 environ pour les vibrations longitudinales, au lieu de 10 et 16,7 respectivement.

Le turbo-générateur possède trois vitesses critiques, aux environs de 1100, 2200 et 3300 t : min, la première donnant lieu aux phénomènes les plus violents. Pour cette vitesse critique, les vibrations verticales ont une fréquence de 18,5 p : sec avec une double amplitude de 0,1 mm; les vibrations transversales ont une fréquence de 19 p : sec et une double amplitude de 0,98 mm; les vibrations longitudinales une fréquence de 18,6 p : sec et une double amplitude de 0,10 mm.

M. Hall a fait également des observations sur les vibrations qui se produisent dans un bâtiment d'administration à neuf étages, contigu au bâtiment des machines; on y note également les vibrations synchrones et les vibrations forcées, surtout pour les vitesses critiques de la turbine.

Les amplitudes de toutes les vibrations observées sont bien inférieures aux limites élastiques des matériaux du bâtiment, et les accélérations produites sont inférieures aux valeurs admises par les sismologistes comme nécessaires pour causer un danger aux constructions. Toutefois il semble désirable d'ériger les générateurs aussi bas que possible et de séparer les fondations des générateurs des parois du bâtiment. Dans le type de construction étudié ci-dessus, non seulement les vibrations sont augmentées, mais les deux côtés du plancher suspendu servent de table de résonance, et le bruit est plus grand que si le turbo-générateur avait été placé sur le sol.

TRANSFORMATEURS.

Montages de transformateurs en triangle et croix pour mise en parallèle de réseaux diphasé et triphasé [1].

Dans la fusion en une seule de plusieurs Compagnies de distribution, on rencontre souvent le cas de deux usines qui pourraient être exploitées en parallèle, mais dont malheureusement l'une fournit des courants diphasés et l'autre des courants triphasés. Dans ces conditions on refait généralement le bobinage des alternateurs quand c'est possible, mais c'est là un grand travail et qui interrompt généralement le service. Or la mise en parallèle d'alternateurs diphasés et triphasés, ou plutôt la distribution simultanée, par un réseau à quatre fils, d'énergie diphasée et triphasée, peut se faire d'une façon très simple et très économique, sans modifier le matériel existant.

Mise en parallèle d'alternateurs diphasé et triphasé. — Dans ce cas, on a deux alternateurs de même tension et de même fréquence. La phase A de l'alternateur diphasé est mise en synchronisme avec la phase C de l'alternateur triphasé, comme le montre la figure 1. On peut donc relier

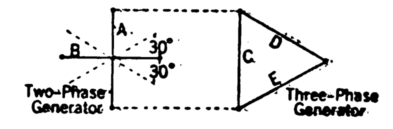


Fig. 1. — Mise en parallèle d'une phase.

ces deux phases en parallèle. La phase B de l'alternateur diphasé fait des angles de 30° avec les phases D et E de l'alternateur triphasé, et il faut décaler cette phase, qui est à 90° de la phase A, de 30° dans un sens et de 30°

[1] G.-P. Roux. Communication présentée le 17 septembre 1915 à l'American Institute of Electrical Engineers (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXXIV, août 1915, p. 1683-1694).

dans l'autre, pour la mettre en phase avec les deux autres phases de l'alternateur triphasé. Pour cela, on insère entre les alternateurs un autotransformateur composé de

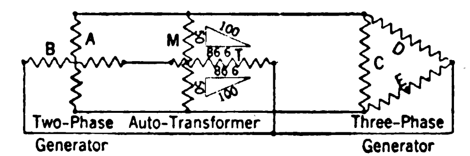


Fig. 2. — Mise en parallèle d'un alternateur triphasé et d'un alternateur diphasé par l'intermédiaire d'un autotransformateur.

deux transformateurs M et T ayant chacun un seul enroulement et l'on fait le montage représenté par la figure 2.

Les deux transformateurs M et T ont même nombre de spires; le transformateur principal M est muni d'une prise à 50 pour 100 de sa longueur; le transformateur « taquin » T est muni d'une prise à 86,6 pour 100. Ils sont accouplés non en forme de T, mais en croix, la prise à 86,6 pour 100 du transformateur taquin T étant reliée à la prise à 50 pour 100 du transformateur principal.

L'autotransformateur à montage en croix agira comme un transformateur à montage Scott pour la transformation du diphasé en triphasé, et vice versa. La fraction 13,4 pour 100 de l'enroulement du transformateur T fonctionne comme un autosurvolteur pour mettre la tension de ce transformateur à égalité avec celle de la phase B, sinon cette tension serait trop faible de 13,4 pour 100, puisqu'on n'utilise que 86,6 pour 100 de l'enroulement pour la conversion de phase.

La figure 3 montre les deux alternateurs reliés à quatre

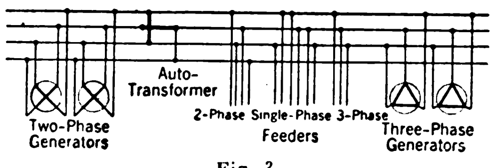


Fig. 3.

barres omnibus, d'où partent des feeders monophasés, diphasé et triphasé, qu'on peut alimenter au moyen de l'une ou l'autre des deux machines ou des deux en parallèle. Il est évident que toutes les phases sont équilibrées, quelle que soit la machine qui travaille, comme dans le cas d'un montage Scott. Les deux machines peuvent être installées dans la même salle ou dans des usines assez éloignées, leur nombre et leur puissance n'ont pas d'influence, pourvu qu'elle aient les caractéristiques nécessaires pour la marche en parallèle.

On ne peut pas faire fonctionner ainsi les machines tétraphasées (c'est-à-dire les alternateurs diphasés ayant le point milieu commun entre leurs deux enroulements), car l'autotransformateur ferait court circuit entre phases.

Marche en parallèle avec un réseau à haute tension.—Pour la mise en parallèle de génératrices diphasées et triphasées avec un réseau à tension plus haute ou plus basse, les machines diphasées et triphasées marchant en parallèle comme dans le cas précédent, et en même temps en parallèle avec un réseau à tension différente, on peut employer deux autres modes de montage.

Montage en T *et croix.* — En ajoutant un enroulement à haute tension aux autotransformateurs montés en croix, comme l'indique la figure 4, on peut faire fonction-

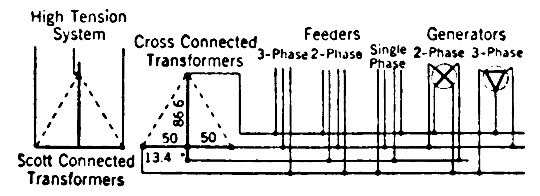


Fig. 4. — Marche en parallèle d'une ligne triphasée à haute tension (arrivée ou départ) avec des alternateurs diphasés et triphasés sur quatre barres collectrices, par l'intermédiaire de transformateurs montés en T et croix.

ner les trois distributions en parfait accord et avec un haut degré de souplesse et d'indépendance. Le diagramme de la figure 4 s'explique de lui-même.

Montage en triangle et croix. — Ce système est encore plus commode. Il comprend trois transformateurs montés en triangle fermé, identiques en tous points et d'une puissance égale au tiers de la puissance totale nécessaire. Il

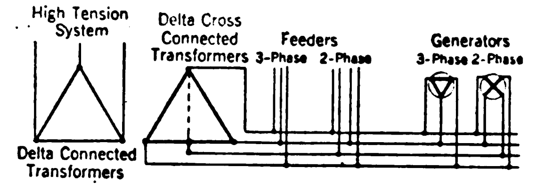


Fig. 5. — Marche en parallèle d'une ligne triphasée à haute tension (arrivée ou départ) avec des alternateurs diphasés et triphasés sur quatre barres collectrices, par l'intermédiaire de transformateurs montés en triangle et croix.

n'y a pas besoin d'autre prise de courant spéciale qu'une prise à 50 pour 100 faite sur un des transformateurs

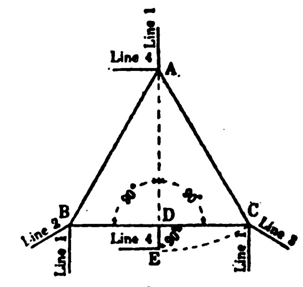


Fig. 6. — Montage de transformateurs en triangle et croix.

seulement. Un autotransformateur-survolteur ayant 13,4 pour 100 de la puissance et de la tension d'une phase du système diphasé est relié à la prise à 50 pour 100 d'un des transformateurs, ce qui donne un montage en croix et triangle (*fig.* 5 et 6). P. L.

TRACTION ET LOCOMOTION.

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES.

Le patinage martelant des roues dans la traction électrique (1).

Quand la pression dans les cylindres d'une locomotive à vapeur est assez forte pour provoquer le patinage des roues motrices, l'accélération de celles-ci est uniforme et rapide, l'effort sur le piston étant bien soutenu en raison du prolongement de l'admission et de la vapeur emmagasinée dans les conduites.

S'il s'agit de la force motrice électrique, il y a contraste avec le fait précédent : quel que soit le système employé pour transmettre l'effort tracteur des rotors aux roues, l'accélération, quand le patinage a commencé, est sujette à l'irrégularité, car elle dépend de la distribution des masses en rotation et de la valeur du coefficient de frottement entre roue et rail.

La différence fondamentale entre le mécanisme de la locomotive à vapeur et celui de la locomotive électrique, c'est que, dans la première, les seules parties en mouvement ayant un moment d'inertie relativement élevé sont les roues motrices, tandis que, dans une locomotive électrique, le moment d'inertie des rotors, surtout quand ils sont munis d'un train d'engrenages, peut être aussi grand ou plus grand que celui des roues motrices.

L'inertie combinée des bielles , des glissières, des tiges de pistons et des pistons est pratiquement négligeable en ce qui concerne l'accélération des roues motrices après que le patinage a commencé. Dans une locomotive électrique, quand le patinage se produit, la série des phénomènes est celle-ci, quel que soit le mode de commande :

On envoie le courant au moteur et le rotor commence à tourner. Les jeux de tout le mécanisme de transmission sont d'abord rattrapés. Puis à mesure que le couple augmente, le métal de la transmission, du châssis, etc., se plie et se tord ou subit une autre déformation. Ce métal chargé devient un accumulateur d'énergie. Finalement l'effort tracteur atteint une valeur suffisante pour dépasser l'adhérence au rail (coefficient de frottement au repos) et la roue commence à patiner. Dès qu'un mouvement relatif existe entre la roue et le rail, le coefficient de frottement tombe de la valeur au repos à la valeur en mouvement relatif. Le métal chargé peut donc alors commencer à se décharger de son énergie accumulée, puisqu'une partie de l'effort résistant a disparu. Cette énergie se dépense à donner aux roues une accélération qui les porte en avant de la position angulaire qu'elles occupaient relativement au rotor à l'instant où le patinage a commencé.

Il est nécessaire ensuite d'étudier séparément les deux parties du système en rotation, c'est-à-dire les rotors et les roues.

Puisque les roues reçoivent une accélération qui les porte en avant des rotors, les rotors perdent leur charge et leur vitesse tend à croître. Ceci est vrai non seulement des moteurs à caractéristique série, mais aussi des moteurs d'induction quand ils marchent au-dessous du synchronisme, ce qui est ordinairement le cas dans la traction quand les roues patinent. En fait, les moteurs d'induction dont la force contre-électromotrice croît moins rapidement avec la vitesse que celle des moteurs série, maintiennent mieux leur couple et par suite accélèrent plus vite. Le moteur d'induction, sous ce rapport, se rapproche davantage de la locomotive à vapeur, dans laquelle, au démarrage, on prolonge l'admission aussi tard que possible, pour avoir l'effort de traction maximum.

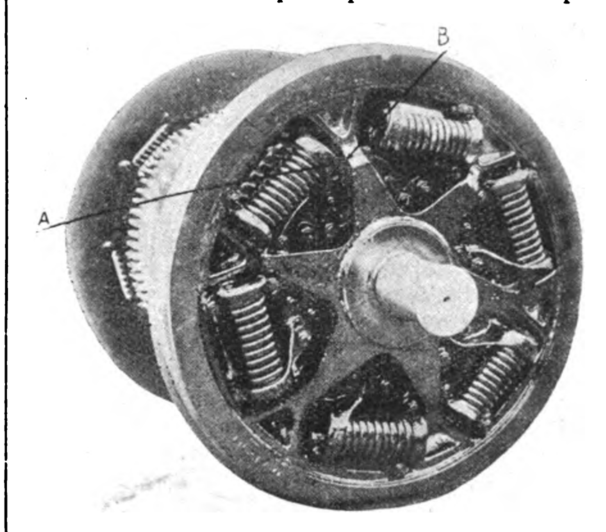


Fig. 1.

En étudiant maintenant l'autre partie du système en rotation, on remarque que l'adhérence au rail diminue à mesure que la vitesse de la jante de la roue augmente. Mais d'autre part l'effort transmis par les organes de transmission décroît très vite, grâce à la dissipation de l'énergie accumulée, et dès que cet effort, qui tend à donner aux roues une accélération positive, devient moindre que l'adhérence au rail, qui tend à leur donner une accélération négative, les roues commenceront évidemment à ralentir.

Il y a donc deux ensembles de masses en rotation mécaniquement accouplés, les masses à une extrémité du système accélérant positivement, et celles à l'autre extrémité accélérant négativement. Dès que les jeux de la transmission sont rattrapés, il peut y avoir un choc sur le système mécanique, accompagné d'un recul. C'est ce

(1) G.-M. Eaton, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 9 février 1916 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXXV, février 1916, p. 147-151).

qui amorce le martelage, phénomène qui a été remarqué dans tous les types de matériel roulant électrique où les moteurs sont assez puissants pour faire patiner les roues à forte adhérence.

C'est ce qui est arrivé sur les locomotives à marchan-

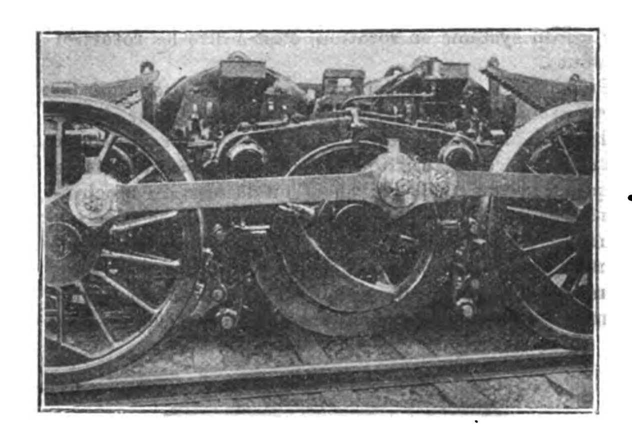


Fig. 2.

dises et à voyageurs, munies d'engrenages, dont la transmission se voit sur la figure 1. Le point marqué A des bras du joint élastique venait frapper les rayons des roues au point marqué B, et la rupture de ces bras se produisait parfois. On constata cependant que les bras qui cassaient présentaient des soufflures et, après que les pièces défectueuses eurent été éliminées, les ruptures disparurent pratiquement.

Dans des locomotives du même service, mais plus récentes, établies avec deux moteurs par essieu, le changement de l'inertie des rotors fit disparaître ces chocs. Le patinage martelant se produisait encore, mais la puissance des ressorts des joints élastiques était suffisante pour limiter l'amplitude des oscillations à une distance moindre que les espaces ménagés,

Des chocs semblables se produisirent encore dans certaines locomotives de manœuvre, mais leurs pièces étaient assez fortes pour les supporter.

On observe parfois le même phénomène dans les voitures urbaines et interurbaines, mais il y est beaucoup moins fréquent que dans les locomotives électriques remorquant des poids lourds. Cela est dû à ce que la puis-

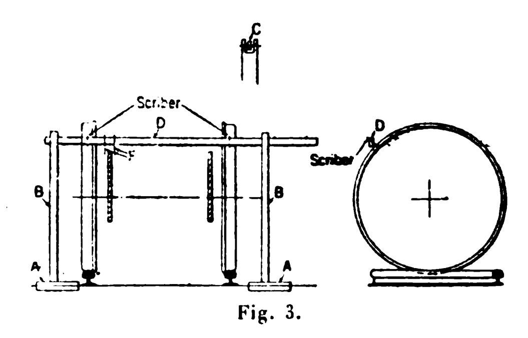


Fig. 3.

sance de traction est plus élevée par rapport au poids dans ce dernier type que dans l'autre.

Le même fait a été observé dans des locomotives à

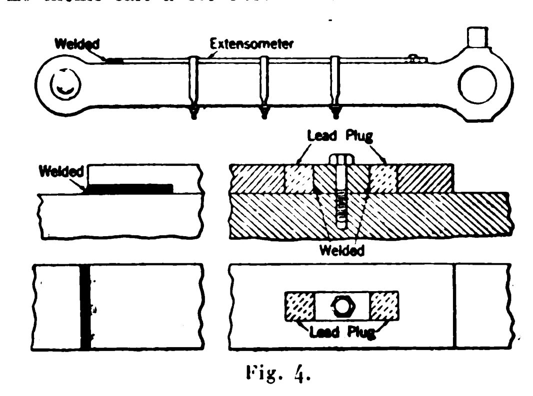


Fig. 4.

marchandises où les moteurs sont accouplés directement aux essieux.

Dans les locomotives du réseau Norfolk and Western,

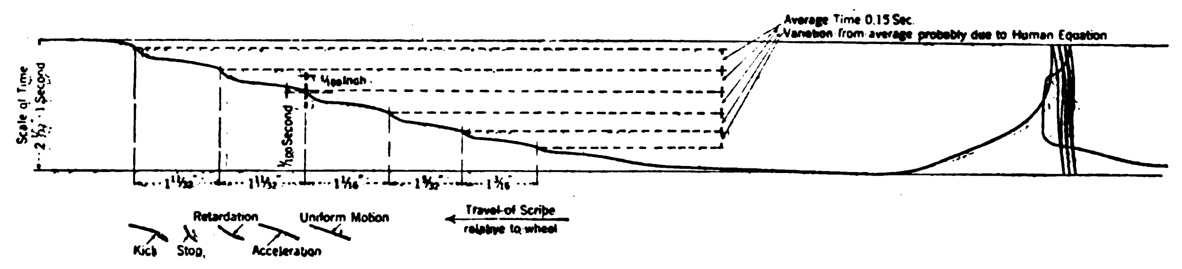


Fig. 5.

le patinage martelant s'est produit dans la transmission représentée par la figure 2. Après quelques mois de service, on découvrit des symptômes de rupture dans les boutons de manivelle des locomotives. Un oscillographe simplifié, que représente la figure 3, permit d'en assigner la cause au patinage martelant. On serra les freins sur trois des trucks de la machine, et le cadre de l'oscillographe fut installé sur le quatrième. On recouvrit de craie la jante de la roue. On fit osciller le cadre de l'oscillographe autour de ses deux points de support A, l'amplitude de l'oscillation étant 5,08 cm (2 pouces); la durée d'une oscillation complète était 2 secondes. Des styles inscrip-

teurs appuyaient sur la jante. On fit alors patiner les jantes, et l'on obtint le diagramme caractéristique du patinage martelant que représente la figure 4. Au moyen de ce diagramme, on a pu chiffrer approximativement les forces nécessaires pour produire les accélérations positives et négatives qui se produisaient, et l'on a pu calculer les efforts résultants sur les bielles, boutons de manivelle, etc.

Pour vérifier les chiffres de l'oscillographe, on a construit des extensomètres comme celui que représente la figure 5, au moyen desquels les bielles indiquaient les efforts qu'elles subissaient. L'extension et la compression des bielles étaient enregistrées au moyen de la compression de blocs de plomb, comme le montre l'examen de la figure.

Les résultats des deux méthodes s'accordèrent à quelques pour 100 près. Sur leur base, on équipa les locomotives de nouvelles bielles, de nouveaux boutons de manivelle, etc. Ces pièces se sont montrées aptes au service demandé.

Ce patinage martelant a été plus manifeste sur les locomotives du Norfolk and Western qu'on n'aurait pu le prévoir, car c'était la première fois qu'on appliquait la traction électrique à un service exigeant des efforts aussi puissants. Dans toute la traction électrique lourde, que la transmission se fasse par engrenages ou par manivelle et bielle, il faut se préoccuper de cette question.

P. L.

GYROSCOPE STABILISATEUR.

Progrès récents de la stabilisation des navires par le gyroscope (1).

Une application de ce système de stabilisation a été faite à bord d'un navire de la flotte des États-Unis, le *Worden;* le gyroscope avait été placé sur le pont supérieur, car l'application n'était faite que dans un but expérimental.

Comme résultat de ces essais, il a été établi que le

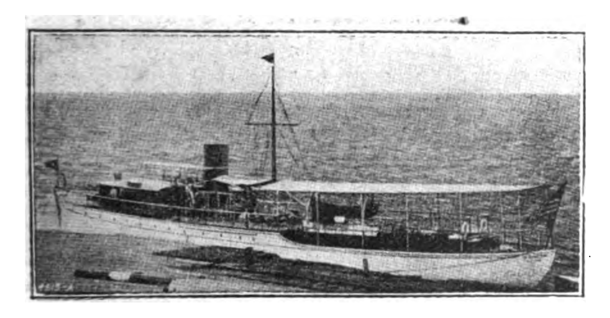


Fig. 1. — Le yacht à vapeur *Widgeon*.

gyroscope est d'une utilité incontestable pour solutionner un certain nombre de problèmes de la navigation en mer, et de nombreuses commandes d'installations définitives ont été faites.

(1) A. SPERRY, *Engineering*, n° 2609, 31 décembre 1915, p. 678.

Depuis ces essais exécutés aux États-Unis, d'autres recherches ont été entreprises. Parmi ces dernières nous pouvons remarquer celles ayant pour but de déterminer exactement l'importance du gyroscope destiné à neutraliser le roulis d'un navire.

Il est bon de noter que tous ces essais ont montré l'exactitude de la formule fondamentale donnée par

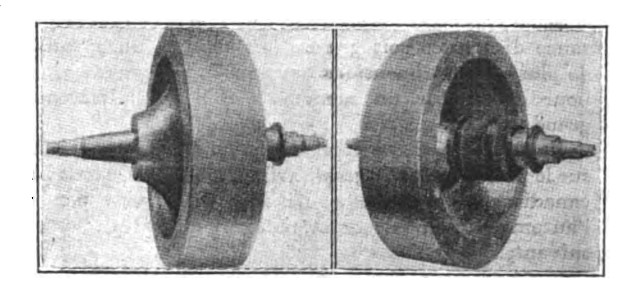


Fig. 2 et 3. — Roue du gyroscope avec l'induit du moteur d'entraînement.

M. Taylor, des Constructions navales anglaises, et qui tient compte des caractéristiques du navire puisqu'elle est le produit du déplacement, de la hauteur métacentrique et de la période d'oscillation.

Il a été déterminé avec certitude que les petits bateaux

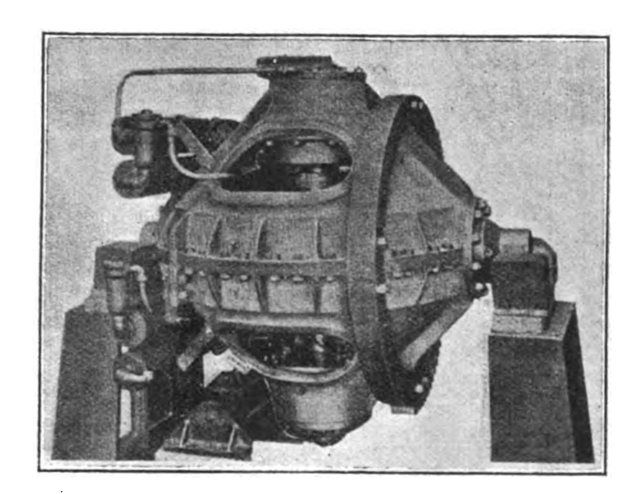


Fig. 4. — Pompe rotative pour la lubrification des paliers du gyroscope.

exigent une puissance stabilisante relativement plus grande que les grands navires.

Il est possible de donner à l'installation les dimensions qui s'accordent le mieux avec l'application en vue, telle que, par exemple, si l'espace disponible est très limité, ce qui est le cas général pour les sous-marins; poids limité ce qui est le cas lorsque le gyroscope doit être placé sur le pont, comme pour le yacht à vapeur *Widgeon;* ou encore lorsque la puissance disponible pour actionner l'appareil est limitée.

La puissance stabilisante du gyroscope varie comme le carré de son diamètre et seulement comme sa vitesse et son poids; la puissance exigée pour le fonctionnement de l'appareil varie directement comme le cube de la vitesse périphérique; suivant l'espace disponible on pourra déterminer les dimensions de telle manière que la consommation soit un minimum pour maintenir un moment gyroscopique maximum.

Si au contraire l'espace est très limité et que la puissance disponible soit grande, on choisira un gyroscope de plus petites dimensions tournant à plus grande vitesse pour développer un moment stabilisant relativement grand.

Une des premières applications du système a été faite sur le petit yacht *Widgeon* naviguant sur les Grands Lacs canadiens. L'appareil a été mis en service pendant l'automne 1915; les caractéristiques du bateau sont les suivantes :

Déplacement...........................	155 tonnes
Hauteur métacentrique...........	53 cm
Période d'oscillation double...........	4,75 sec
Longueur à la flottaison................	36,50 m
Largeur à la flottaison.................	5,50 m
Surface immergée au milieu......... ..	7,4 m²

Le gyroscope installé sur ce bateau tournait à 2750 tours par minute; le rotor, y compris l'arbre et l'induit, pesait 980 kg environ; il était placé sur le pont et recouvert d'une sorte de cabine vitrée (*fig.* 1) permettant l'observation de toutes les particularités du fonctionnement.

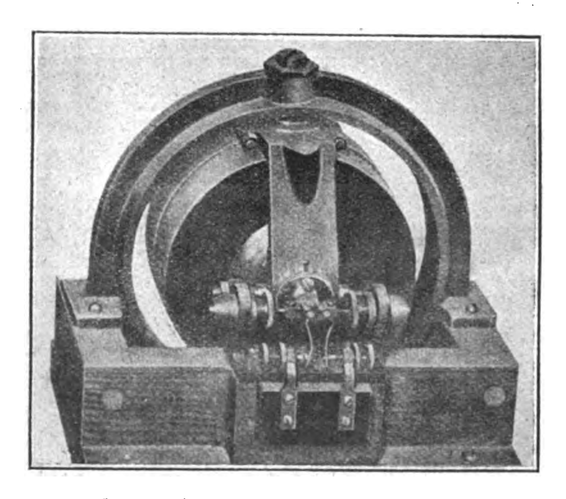


Fig. 5. — Petit gyroscope auxiliaire de contrôle.

Le poids total de l'équipement était d'environ 1 pour 100 du déplacement.

Le bâtiment pouvait être regardé comme un véritable rouleur, puisque des oscillations de 70° avaient été observées; cependant l'enregistreur de roulis installé en même temps que le gyroscope ne montra jamais que des oscillations inférieures à 40°; lorsque le gyroscope était en action, cette oscillation était réduite à 2° ou 3°.

Le volant du gyroscope a un diamètre de 92 cm, la largeur de la jante est égale à 305 mm; le métal de cette roue, montrée par la figure 2, travaille à 6 kg par millimètre carré; l'induit à courant continu du moteur d'entraînement est monté directement sur l'arbre; comme le montre la figure 3, cet induit fait, en réalité, partie du rotor.

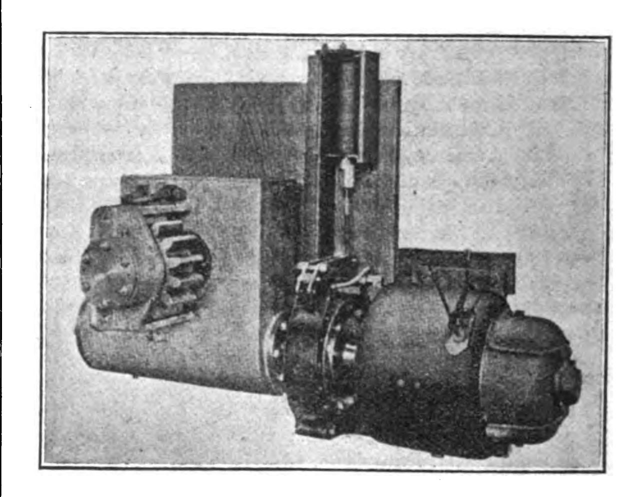


Fig. 6. — Moteur de précession.

A ce propos, il est intéressant de noter combien sont faibles les dimensions de ce moteur pour entraîner une telle roue à 2750 tours par minute et même à 3500 tours pour les essais de résistance mécanique; en outre ce moteur est encore de dimensions exagérées et peut développer un couple triple de celui strictement nécessaire à l'entraînement du gyroscope, cet excès de couple est utilisé pour une mise en vitesse rapide de l'appareil.

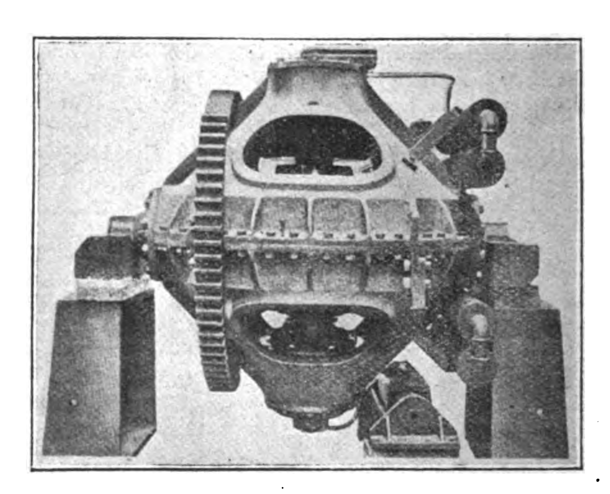


Fig. 7. — Cadre de précession dont la roue dentée est commandée par le pignon de la figure 6.

L'arbre tourne à ses extrémités dans des paliers à billes; une petite pompe à huile (*fig.* 4) assure le graissage et

le refroidissement de ces paliers. La différence de température de l'huile entre l'entrée et la sortie est assez élevée lorsque l'appareil est en fonctionnement par gros temps; lorsque, au contraire, le temps est calme, le gyroscope étant pratiquement à travail nul, la température de l'huile est la même à l'entrée et à la sortie.

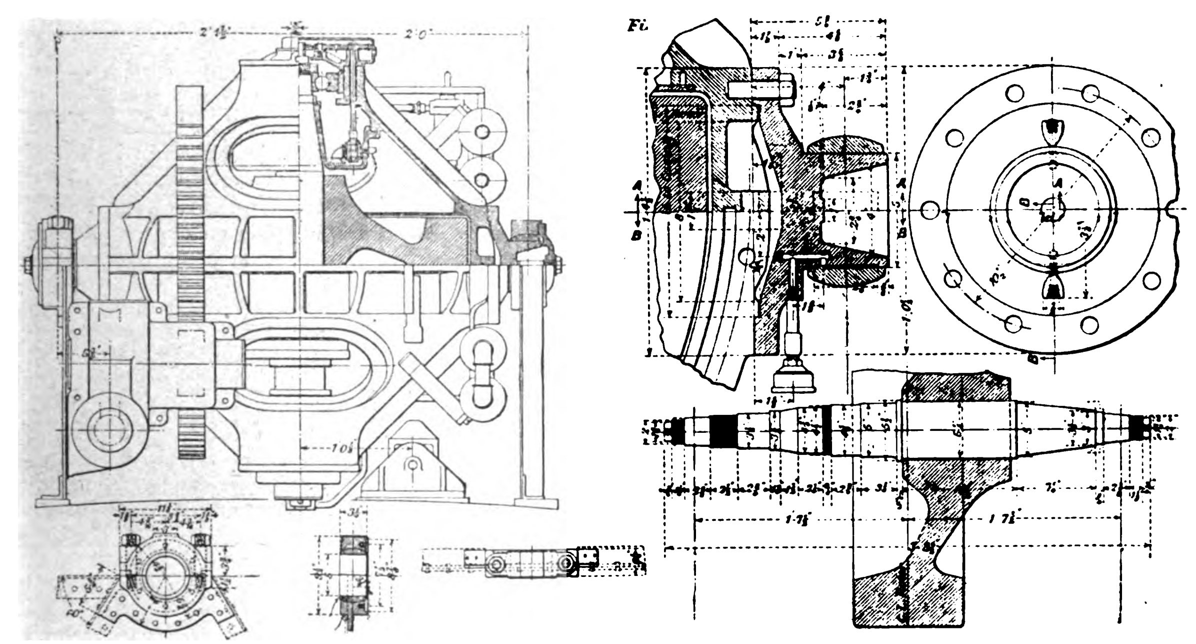


Fig. 8, 9, 10 et 11. — Coupes et élévation de l'appareil, détail des tourillons et du rotor.

Il est intéressant de remarquer que, alors que la charge radiale sur ces paliers varie entre zéro et 6 tonnes, la puissance prise par le moteur varie très peu; ceci indique que la puissance consommée par les paliers est très faible, la perte par ventilation et frottement de l'air étant relativement beaucoup plus importante.

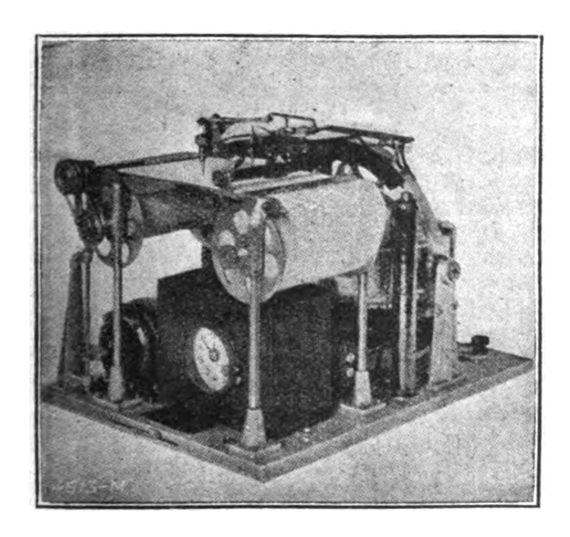


Fig. 12.

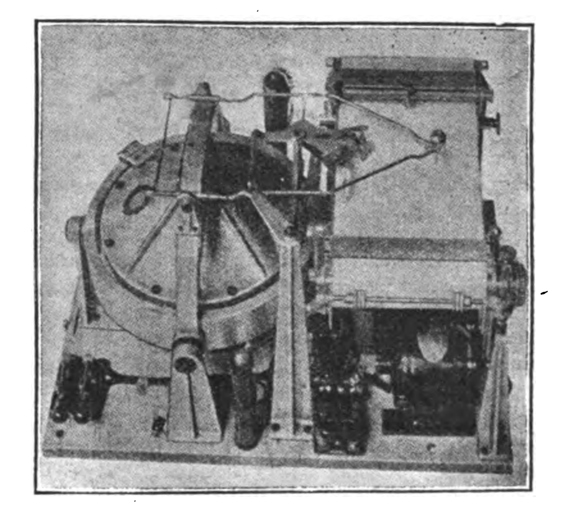


Fig. 13.

Le système de contrôle est identique à celui utilisé pour le *Worden*, il consiste en un petit gyroscope auxiliaire (*fig.* 5), obéissant immédiatement au roulis et fermant automatiquement une série de contacts électriques aussitôt que le bâtiment s'incline d'un côté ou de l'autre.

Ces contacts commandent un interrupteur à relais

fermant le circuit d'un moteur auxiliaire à renversement de marche constituant (*fig.* 6) un moteur de précession.

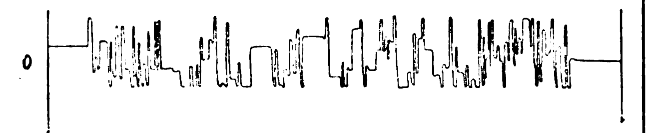


Fig. 14. — Courbe de précession caractéristique par temps de houle.

Le moteur auxiliaire déplace le gyroscope autour de ses tourillons sur lesquels il agit pour contrôler les mouvements du bateau.

Le mouvement du moteur de précession est transmis par un accouplement flexible à la périphérie duquel est disposé un frein commandé par un solénoïde. L'accouplement commande par une vis sans fin et roue dentée (*fig.* 5) le cadre de précession montré sur la figure 7, de sorte que si le moteur tourne dans une direction quelconque, le cadre de précession tourne lentement ou oscille autour de ses tourillons.

Le fonctionnement de l'appareil est très sensible, une personne passant d'un bord à l'autre du bâtiment le met en action et le retard est pratiquement nul.

A chacun de ces mouvements du gyroscope, l'appareil fournit un moment considérable en opposition avec le moment exercé par la vague; ces moments de sens opposés

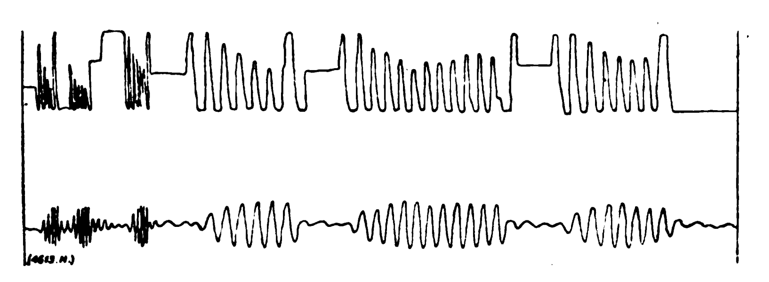


Fig. 15. — Courbes montrant le mouvement de roulis du bateau sous l'action du gyroscope.

s'équilibrent et, à cause de l'inertie de la masse du bateau, ce dernier ne se meut ni d'un côté ni de l'autre jusqu'à ce que l'une des forces domine.

Le gyroscope est toujours victorieux et le bâtiment tend, sous l'action de cette nouvelle force, à s'incliner de l'autre côté, le gyroscope auxiliaire s'incline et ouvre les contacts du moteur de précession qui s'arrête alors et se fixe dans la position occupée grâce au frein.



Fig. 16. — Bateau stabilisé indépendamment ouvert.

Fig. 17. — Stabilisation maintenue avec vent debout et vent arrière.

Le gyroscope est ainsi libre et prêt à neutraliser l'effet d'une vague, qui normalement arrive du côté opposé, de sorte que le cycle d'opérations décrit ci-dessus se reproduit automatiquement en sens opposé.

Comme le roulis d'un bâtiment est dû à l'accumulation d'impulsions et que ces impulsions sont neutralisées individuellement, comme nous avons vu, le bateau ne commence jamais à rouler et par suite ne roule pas.

L'ensemble de l'installation fonctionne avec beaucoup de douceur et pratiquement sans bruit. Un petit inverseur portant les indications « roulis » et « stabilisé » permet d'utiliser ou non l'installation.

Ce dispositif a été utilisé pour montrer l'action du stabiliseur par gros temps, le roulis atteignant 25° de la verticale lorsque le gyroscope était mis hors d'action, et ne dépassant pas 3° lorsque l'appareil était en action.

La figure 8 montre en coupe et élévation les dimensions de l'appareil, les figures 9, 10 et 11 montrent des détails des tourillons et du rotor.

Les oscillations étaient enregistrées à l'aide de l'appareil représenté par les figures 12 et 13, une plume traçait les mouvements de précession du gyroscope pendant la stabilisation; la figure 14 montre une de ces courbes, elle montre que l'amplitude de ce mouvement s'ajuste auto-

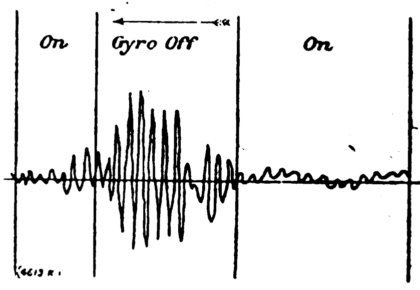


Fig. 18. — Ce graphique montre que le roulis est la superposition d'une série de petites impulsions : Gyro *on*, gyro *off*, gyroscope libre, gyroscope calé.

matiquement pour neutraliser l'effet de vagues très différentes et agissant d'un côté ou de l'autre du bateau. Quelques-unes de ces vagues exigent une grande oscil-

lation de l'appareil; d'autres au contraire ne demandent qu'une oscillation très faible.

Le diagramme montre également que les forces des vagues arrivant d'abord d'un côté, ensuite de l'autre côté du bâtiment, sont transmises à l'équipement gyroscopique sous forme de forces statiques par la charpente du bâtiment, alors que ce dernier reste à peu près immobile puisqu'il n'exécute qu'un déplacement juste suffisant pour actionner le petit gyroscope auxiliaire.

La courbe de la figure 15 correspond au cas où le stabilisateur communique un mouvement de roulis au bateau pour une vitesse de 1100 t : m seulement.

Pour stabiliser un bateau, il est inutile de s'efforcer de le maintenir exactement verticalement; au contraire

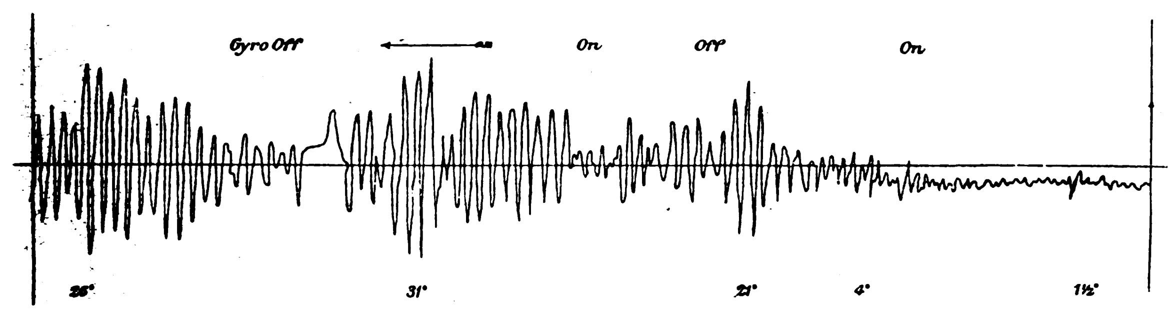


Fig. 19. — Graphiques correspondant au bateau plongeant entre deux lames avec son gyroscope libre ou calé alternativement.

il doit avoir pleine liberté au point de vue de l'inclinaison provoquée soit par la distribution de la charge ou par le vent, ou par les deux réunis.

Le stabiliseur doit simplement tenir le bâtiment immobile, mais il doit lui permettre de choisir toute position naturelle, et au besoin de modifier cette position si les conditions changent.

Des essais ont été faits pour montrer cette condition, les figures 16 et 17 permettent de voir l'effet du vent agissant d'un côté ou de l'autre du bateau.

Les figures 18 et 19 sont des relevés d'oscillations par gros temps avec et sans le stabiliseur; la figure 18 montre une chose intéressante : le roulis d'un bâtiment est toujours dû à une accumulation d'impulsions, l'effet de ces impulsions augmente presque uniformément lorsque le stabilisateur est bors d'action. E. B.

La ligne de contact dans les voies électrifiées de l'État italien; C.-M. Lerici (*Elettrotecnica*, 25 mai et 5 juin 1916, p. 319-326, 339-348. — L'auteur examine au point de vue descriptif et critique à la fois le problème de la ligne secondaire de contact dans les voies électrifiées des chemins de fer de l'État italien. — On sait que le système triphasé, adopté dans toutes les grandes lignes électrifiées de l'Italie septentrionale, donne lieu à une grande complication dans le réseau des fils de contact, par suite de la présence de plusieurs conducteurs à différentes tensions. Il en résulte une évidente difficulté soit pour la suspension qui doit être simple et solide, soit pour l'isolement, assez difficile dans les longs tunnels et dans les croisements aériens. — Après avoir expliqué les raisons qui, pour la suspension des lignes, ont conduit au choix du système *transversal*, au lieu du système *catenaire ou longitudinal*, l'auteur donne une description détaillée de toutes les parties de l'installation aérienne, et explique avec un soin particulier toutes les modifications qui y furent apportées, dès les premières applications de la Valteline jusqu'aux lignes récemment électrifiées ou en construction — Les divers points traités sont : système de suspension; suspension à découvert; suspension en tunnel; isolateurs de contact; conducteurs de contact; croisements aériens; le trolley et la ligne; suspension dans les gares; montage; inconvénients; manutention; développement des lignes électrifiées italiennes.

Équipements à unités multiples et à commande électropneumatique Westinghouse installés sur les antomotrices des Chemins de fer de l'État; J. Reyval (*La Lum. élect.*, 8 avril 1916, p. 28-41). — Les équipements à unités multiples les plus répandus appartiennent à deux types principaux : le type purement électrique, où les contacteurs sont fermés par des électro-aimants, et le type électropneumatique où les contacteurs sont actionnés par des pistons à air comprimé. Ces deux systèmes ont reçu de très nombreuses applications, mais, jusqu'à ces dernières années, on n'avait pas réussi à composer des trains comprenant des automotrices de l'un et l'autre de ces deux types. — Les Chemins de fer de l'État ont été conduits, dans leur projet d'électrification, à étudier ce problème. Les nombreux essais effectués, ainsi que la pratique en exploitation depuis plus d'une année, ont démontré que ce problème pouvait être considéré comme parfaitement résolu. L'article s'applique à des équipements appartenant au type électropneumatique en service normal sur la ligne des Invalides à Versailles, entrant dans la composition de trains réguliers simultanément avec des équipements à commande, purement électrique.

Récents travaux du Métropolitain (*La Nature*, 13 mai 1916, p. 311-316). — L'article, illustré de 7 figures, donne quelques détails intéressants sur les travaux qui ont pu être exécutés depuis le début de la guerre. Il insiste particulièrement sur ceux effectués sous l'Esplanade des Invalides pour la ligne de Ceinture intérieure. Cette ligne prend son origine aux Invalides et se confond d'abord avec la ligne Opéra-Auteuil dont elle emprunte les voies entre les Invalides et l'Opéra; puis elle se développe sous les grands boulevards de la rive droite en passant à la place de la République et à la Bastille; là elle s'infléchit par le boulevard Henri IV, passa sous la Seine à l'aval du Jardin des Plantes, puis sous la Halle aux Vins et revient aux Invalides par la rue des Ecoles, le boulevard Saint-Germain, les rues du Four et de Sèvres et le boulevard des Invalides. La Compagnie du Métropolitain ayant demandé que la jonction avec la ligne 8 fut combinée de manière à laisser réalisables plusieurs modes d'exploitation, il a fallu construire des ouvrages très importants qui sont décrits dans l'article.

MESURES ET ESSAIS.

ESSAIS DES MACHINES ÉLECTRIQUES.

Détermination des températures des enroulements par la variation de résistance. Méthode graphique.

La mesure de la température par variation de résistance est d'un emploi courant dans les laboratoires. La méthode rapide que nous proposons ici est une méthode graphique par l'emploi d'un abaque très simple à établir.

Rappelons au préalable les formules générales qui ont servi à établir l'abaque :

Appelons : T_1 la température ambiante; T_2 la température inconnue à trouver; R_1 la résistance mesurée à la température T_1; R_2 la résistance mesurée à la température T_2.

Résistances

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100°

Températures en deg. C

Construction de l'abaque pour la détermination des températures des enroulements.

Si α est le coefficient de température et R_0 la résistance à 0°, on aura

(1) $$R_1 = R_0(1 + \alpha T_1),$$

(2) $$R_2 = R_0(1 + \alpha T_2).$$

De ces deux égalités nous tirons

(3) $$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha T_1},$$

(4) $$T_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \alpha};$$

en remplaçant dans cette dernière R_0 par sa valeur (3), il vient

$$T_2 = \frac{R_2 - \frac{R_1}{1 + \alpha T_1}}{\frac{R_1}{1 + \alpha T_1}\alpha},$$

ce qui peut s'écrire

$$T_2 = \frac{R_2(1 + \alpha T_1) - R_1}{R_1 \alpha}$$

ou

(5) $$T_2 = \frac{R_2}{R_1}\,\frac{1 + \alpha T_1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha}.$$

En remarquant que pour le cuivre $\frac{1}{\alpha} = 250$, il vient

(6) $$T_2 = \frac{R_2}{R_1}(250 + T_1) - 250.$$

Posons $T_2 + 250 = x$; R_2 la résistance à trouver $= y$;

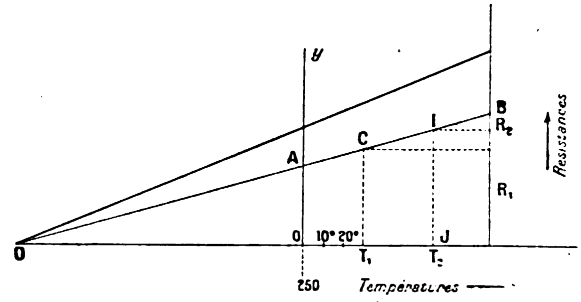


Fig. 1. — Détermination des températures des enroulements

cette équation se présente sous la forme

$$x = y\left(\frac{250 + T_1}{R_1}\right)$$

ou

$$y = \left(\frac{R_1}{250 + T_1}\right)x,$$

qui représente une droite.

Construction de l'abaque. — Prenons deux axes rectangulaires Ox, Oy (*fig.* 1); l'axe Ox sera l'axe des températures, et l'axe Oy celui des résistances.

La première mesure au moment de l'établissement du courant dans l'enroulement nous fixera R_1 et T_1 (température ambiante). Ces deux valeurs détermineront la droite AB, sur laquelle nous lirons toutes les valeurs de T_2 à venir.

Connaissant R_2 la résistance mesurée, on prendra sur la droite CD le point correspondant à cette résistance; l'horizontale menée de ce point rencontre OAB en I, le point J donnera la température cherchée.

R. VALENSI,
Ingénieur E. S. E.

CAPACITÉ.

Mesure des faibles capacités (¹).

La méthode que nous allons décrire permet de mesurer des capacités de l'ordre de 1 à 2 cm par comparaison avec un condensateur à plateaux dont on peut faire varier la capacité de 50 à 500 cm par l'écartement des plateaux. Le diélectrique utilisé étant l'air, la capacité de cet étalon se déduit très exactement de ses dimensions. Par extension, cette méthode est aussi applicable à la détermination du pouvoir inducteur spécifique de liquides et de solides à bas point de fusion.

I. *Théorie.* — Nous représenterons par x la capacité inconnue d'un petit système D, dont l'une des armatures est à la terre. Soit, d'autre part, C_1 la capacité de l'étalon quand ses plateaux A et B sont écartés de d_1. En portant le plateau A au potentiel V, l'autre B étant à la terre, la charge du condensateur sera $Q = C_1 V$; réunissons les deux condensateurs entre eux; le potentiel tombe à V_1, mais la capacité remonte à $C_1 + x$; comme la charge reste la même on a

$$(C_1 + x)V_1 = C_1 V;$$

et, pour la nouvelle charge du condensateur étalon,

$$Q' = C_1 V_1 = \frac{C_1}{C_1 + x} C_1 V.$$

On coupe la communication entre les deux condensateurs, on décharge le petit et de nouveau on le connecte à l'étalon qui maintenant conserve une charge

$$Q'' = \left(\frac{C_1}{C_1 + x}\right)^2 C_1 V.$$

Après n manœuvres semblables, il reste finalement sur l'étalon une charge

$$Q^{(n)} = \left(\frac{C_1}{C_1 + x}\right)^n C_1 V.$$

On le sépare encore du système de capacité x et l'on écarte les plateaux jusqu'à ce que le potentiel reprenne la valeur initiale V; alors la capacité est C_2 et l'on a

$$\left(\frac{C_1}{C_1 + x}\right)^n C_1 V = C_2 V,$$

d'où l'on tire

(1) $$\frac{C_1}{C_1 + x} = \sqrt[n]{\frac{C_2}{C_1}}.$$

La précision avec laquelle on obtient x dépend évidemment de l'erreur commise dans la mesure de C_1.

D'autre part, C_1 est la somme : de la capacité C_{1p} entre les plateaux; de la correction C_{1b} des bords et enfin

(¹) WILL C. BAKER, *Physical Review*, 2ᵉ série, t. VII, janvier 1916, p. 112-118.

de la capacité C_w des fils et autres constantes. L'auteur fait observer que les conditions comprises sous C_{2b} et C_{1b} sont très sensiblement égales entre elles et que d'ailleurs elles sont, ainsi que C_w, très petites par rapport à C_{2p} et C_{1p}. En effet, l'expérience montre que $\frac{C_{2p}}{C_{1p}}$ ne dépasse jamais 0,9 même si la somme $C_b + C_w$ était la moitié du terme C_p, c'est-à-dire que, même dans le cas où $C_b + C_w$ atteindrait 100 cm, le rapport $\frac{C_{2p}}{C_{1p}}$ ne différerait jamais de $\frac{C_2}{C_1}$ de plus de 3 pour 100. On peut donc écrire :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{C_{2p}}{C_{1p}} = \frac{\frac{S}{4\pi d_2}}{\frac{S}{4\pi d_1}} = \frac{d_1}{d_2}$$

et

$$C_1 + x = C_1 \sqrt[n]{\frac{d_2}{d_1}}. \qquad (2)$$

On procédera de la façon suivante : partant de C_1 comme capacité initiale de l'étalon, on opérera 20 contacts avec le petit système D; puis on rétablira le potentiel initial V en amenant, comme il a été dit, la capacité à la valeur C_2 par éloignement des plateaux. On recommence l'opération avec C_2 comme capacité initiale; puis avec C_3 et ainsi de suite p fois. Nous déterminons ainsi une série de valeurs de x pour lesquelles toute erreur commise dans une observation soit sur la position des plateaux pour rétablir le potentiel (lecture de l'électroscope), soit sur la mesure de la distance des plateaux, appelle une erreur égale et de sens contraire dans l'observation immédiatement consécutive. La moyenne d'une telle série sera beaucoup plus précise que la moyenne d'un nombre égal d'observations discontinues.

II. *Appareillage.* — L'électroscope utilisé par l'auteur comprend une cage rectangulaire en verre de $6 \times 6 \times 4$ cm, à l'intérieur de laquelle est suspendue une feuille d'aluminium découpée en triangle isoscèle de 25 mm de hauteur et 5 mm de base; le sommet est libre et prolongé par un minuscule index en fil de quartz que l'on vise à l'aide d'un microscope à oculaire micrométrique. La feuille est fixée à la tige centrale, isolée au moyen d'un bouchon en soufre, par l'intermédiaire d'une petite bande de papier gommé, sur laquelle on fixe une légère lame de cuivre au point où se raccorde le papier gommé et la feuille d'aluminium; celle-ci peut ainsi se déplacer autour d'une arête bien nette. Le condensateur étalon est du type ordinaire à disques circulaires fixés sur des supports qui glissent sur des rails en acier par la commande de vis au pas de 1 mm avec tambour divisé. On cale l'un des supports et l'on retourne l'appareil pour amener les plateaux dans une position horizontale; sous le plateau inférieur on dispose un bloc de bois pour éviter toute flexion, sous le poids du plateau supérieur, pendant le réglage du parallélisme des armatures. Puis l'armature inférieure est mise au sol. L'armature supérieure est rattachée à son support par trois vis calantes et un bloc de soufre convenablement disposés et porte deux niveaux à bulle d'air simplement posés sur de la cire molle. Quand on a réglé le parallélisme des armatures et qu'on ramène les bulles des niveaux entre leurs repères par écrasement ou relèvement de la cire et si, dans un déplacement du plateau par le moyen de sa vis micrométrique, on constate aussi un déplacement des bulles, on les ramène entre leurs repères en agissant sur les trois vis calantes. A l'usage l'auteur a reconnu qu'il est préférable de mesurer la distance des plateaux avec un levier optique, dont deux pointes reposent sur une plate-forme fixée au support; la troisième appuie sur la face supérieure de l'armature mobile. Le zéro correspond au contact des deux disques; les lectures se font avec lunette installée à 130 cm du miroir. L'emploi de celui-ci affranchit les mesures de distances des inconvénients du temps perdu des vis.

III. *Capacité moyenne de l'électroscope pour un écart donné de la feuille.* — Il s'agit ici, bien entendu, de la capacité de l'appareil en ordre de marche, c'est-à-dire avec son fil de charge et pour une déviation de la feuille comprise entre 2,50 et 3,50 divisions du micromètre. Pour éviter l'influence de la main de l'observateur, on attache le fil venant du condensateur à un bâton de soufre scellé à l'extrémité d'une latte de 1 m de longueur dont l'autre extrémité est fixe; en tirant sur une ficelle, on fait plonger la pointe du fil dans une cupule contenant du chlorure de calcium. A cette cupule aboutit aussi le fil connecté en permanence à la tige de l'électroscope. Les décharges s'opèrent en plongeant dans la cupule une lame de zinc prolongée par un fil de terre. Entre temps, cette lame de zinc sert aussi d'écran et protège l'électroscope contre l'influence du conducteur chargé.

La marche d'une opération consiste d'abord à placer les deux armatures du condensateur variable à la distance d_1 et à charger le système condensateur-électroscope jusqu'à ce que la déviation de la feuille atteigne la division 3,5 de l'électroscope. On coupe alors la communication entre eux et l'on décharge l'électroscope; on renouvelle cette opération jusqu'à ce que la feuille retombe à la division 2,50. On rétablit la communication entre l'électroscope et le condensateur et l'on écarte les plateaux d'une distance d_1 telle que la déviation redevienne 3,50 et ainsi de suite. La première phase de la mesure exigera par exemple 9 décharges et la dernière, 2 seulement.

Capacité d'un électroscope B *pour l'intervalle* 2,50 *à* 3,50 :

Surface du condensateur .... 414,9 cm^2

Capacité C_s pour une distance d_s .... $\frac{S}{4\pi d_s}$

$$x = C_s \sqrt[n]{\frac{d_{s+1}}{d_s}} - C_s.$$

d_s.	Nombre de contacts n.	C.	x.
cm		cm	cm
0,1261	»	261,9	3,3
0,1409	9	234,4	2,9
0,1556	8	213,3	2,9
0,1737	8	190,1	2,8
0,1919	7	172,1	2,7
0,2108	6	156,7	3,0
0,6601	3	58,8	3,2
0,7476	2	50,0	3,1
		Moyenne	3,04

Les nombres de la table précédente indiquent le degré de précision que l'on peut atteindre; pour ces expériences on n'a pas employé le levier optique; les distances étaient lues sur le tambour divisé de la vis de rappel.

On voit que la capacité a varié de 261,9 à 50 cm; le nombre des décharges de 9 à 2, mais on a trouvé pour x une valeur sensiblement constante. En reprenant les mesures avec des déviations croissantes supérieures à 3,50, la limite inférieure étant toujours 2,50, on a trouvé $x = 3{,}04 - 3{,}05 - 3{,}05$ et $3{,}04$. En résumé, dans les deux premiers tiers de l'échelle on a une capacité à peu près constante, mais la capacité augmente légèrement quand les écarts de la feuille tombent sur le dernier tiers.

IV. *Détermination de la capacité d'un système quelconque.* — L'auteur a ensuite cherché à étendre sa méthode à des systèmes dont la capacité est calculable d'après leurs dimensions. Les sphères remplissent ces conditions, mais il ne s'agit pas ici de sphères idéales soustraites à l'influence de corps étrangers; ainsi le voisinage du fil de charge a pour effet d'abaisser la capacité, tandis que le diélectrique qui supporte la sphère augmente sa capacité. On voit que les corrections sont complexes.

Nous avons maintenant trois corps à considérer : le condensateur, l'électroscope et la sphère. Les connexions sont les suivantes : le conducteur venant du condensateur est soudé à la tige de l'électroscope et se prolonge en passant sur des bâtons de soufre scellés sur une latte de 1 m de longueur; son extrémité se relève ou s'abaisse au voisinage de la sphère de 30 à 40 cm; on établit encore le contact par simple traction sur une ficelle. Pour la décharge, on emploie une feuille de zinc reliée à la terre et que l'on a soin d'interposer entre le fil de charge et la sphère pour faire écran.

La première sphère en laiton étudiée avait un rayon de 3,86 cm. Elle était emmanchée sur un bâton de soufre de 40 cm de longueur et 1,2 cm de diamètre qui pénétrait de 2 cm dans une douille intérieure à la sphère. Six déterminations successives ont donné $x = 4{,}05 - 3{,}90 - 3{,}98 - 3{,}91 - 4{,}00$ et 3,99 cm. Le résultat est satisfaisant si l'on n'envisage que sa constance; mais ce cas n'est pas accessible au calcul. Visiblement la diminution de capacité due au fil de charge est plus que compensée par l'augmentation due au support isolant.

Une bille de bicyclette de 0,95 cm de rayon a été suspendue à un fil de quartz de 34 cm de longueur de manière à rendre négligeable l'influence du support, tandis qu'on laissait prépondérant l'effet perturbateur du fil de charge. Les six résultats suivants répondent bien aux prévisions : $x = 0{,}83 - 0{,}83 - 0{,}84 - 0{,}85 - 0{,}87 - 0{,}86 - 0{,}89 - 0{,}86$.

L'auteur a repris l'étude de la sphère de laiton, en la suspendant dans les mêmes conditions que la bille, après obturation conductrice du trou qui livrait passage au support isolant. Les objets les plus voisins étaient la barre horizontale à laquelle était accroché le fil de quartz, soit 34 cm; le support vertical du condensateur, à 44 cm, et enfin la tête et le corps de l'observateur à environ 1 m. Cette fois le fil de charge était double, chaque brin touchant la sphère aux deux extrémités d'un même diamètre. On a trouvé pour la capacité 3,46 et 3,53 cm, moyenne 3,49 cm; différence des mesures individuelles avec la moyenne, 1 pour 100. En rabattant l'un des fils sur l'autre, la capacité a légèrement augmenté, $x = 3{,}79$ et 3,72, moyenne 3,75; la différence est à peu près la même que ci-dessus. Par conséquent, la diminution de capacité due à l'influence du second fil est $3{,}75 - 3{,}49 = 0{,}26$; si nous admettons la même influence pour le fil restant, nous aurons pour la capacité $3{,}75 + 0{,}26 = 4{,}01$, nombre qui est environ 4 pour 100 trop élevé. Enfin, l'auteur a réalisé une seconde série de mesures en écartant tous objets aussi loin que possible sauf les fils de charge et de suspensions qui étaient placés au minimum à 1 m de la sphère; il a trouvé, par double contact, 3,19 et 3,12 et par simple contact, 3,66 et 3,67. On a dans ces conditions $x = 3{,}665 - 3{,}155 + 3{,}665 = 4{,}07$. Un disque expérimenté de la même manière a donné des valeurs de plusieurs pour 100 supérieures à la moyenne. Il est probable que ces écarts considérables proviennent des fuites, car les expériences ont été réalisées par un temps très humide.

B. K.

PUISSANCE DES MOTEURS.

La mesure de la puissance des moteurs au banc-balance.

On connaît le principe de ce procédé de mesure :

Le freinage est réalisé par un moulinet ou une hélice, calé sur l'arbre moteur. Le moteur est boulonné sur un cadre qui peut osciller autour d'un axe fixe parallèle à l'arbre moteur. Pour maintenir ce cadre en équilibre, malgré la réaction de l'air sur le moulinet, on fixe, sur un bras horizontal faisant corps avec lui, perpendiculaire à l'axe d'oscillation, un poids convenable P, à la distance voulue l du plan vertical de l'axe d'oscillation. Si ω est la vitesse angulaire du moulinet, on calcule la puissance W du moteur par la formule $W = Pl\omega$.

A la vérité la formule exacte est $W = C\omega$, C étant le moment moyen, par rapport à l'arbre moteur, des forces freinantes exercées par l'air. On admet donc implicitement qu'on a $C = Pl$. Dans une récente communication à l'Académie des Sciences (1), MM. Maurice Le Pen et Jean Villey ont montré que cette hypothèse peut, dans la pratique, être inexacte pour diverses raisons.

En premier lieu on ne tient pas compte des forces de réaction de l'échappement sur l'air extérieur, à moins qu'elles ne soient symétriquement distribuées par rapport au plan vertical de l'axe d'oscillation, ou que leurs directions ne soient dans un plan passant par cet axe et les efforts qu'exercent, sur le corps du moteur, les tourbillons et courants d'air créés par le moulinet ou l'hélice; surtout quand l'essai est réalisé avec une hélice tractive, pour refroidir le moteur (les courants d'air d'origine extérieure, s'il y en a, peuvent bien entendu agir de même).

D'autre part, en supposant prises toutes les précautions voulues pour annuler ces forces parasites ou leur

(1) *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXII, 13 mars 1916, p. 383-384.

moment moyen par rapport à l'axe d'oscillation, il reste une autre cause d'erreur très importante dans certains cas :

L'axe de l'arbre moteur et l'axe d'oscillation du banc ne sont pas confondus; des considérations pratiques de construction conduisent à les placer l'un au-dessus de l'autre à une distance h qui est, en général, de plusieurs décimètres. Si les forces freinantes exercées par l'air se réduisaient sans cesse à un couple, leur moment moyen aurait la même valeur C par rapport à l'axe d'oscillation que par rapport à l'axe moteur qui lui est parallèle. Mais s'il n'en est pas ainsi, elles seront, à chaque instant, équivalentes : à un couple, dont le moment moyen sera encore égal à C, plus une force f appliquée sur l'arbre moteur. Cette force f, fonction, en grandeur et direction, de l'azimut ωt du moulinet, n'intervient pas dans l'évaluation du travail produit, puisque son point d'application reste fixe; mais, transmise par l'arbre à ses paliers, elle intervient dans l'équilibre du banc, par son moment $fh \cos \omega t$, au même titre que le poids sur son levier. La valeur moyenne géométrique de son moment est déterminée par les dissymétries de résistances rencontrées par les pales du moulinet le long de leur trajectoire circulaire.

La proximité du sol et du banc lui-même créent des dissymétries de ce genre, qui seraient rigoureusement nulles dans le seul cas où tous les obstacles rencontrés par les filets d'air auraient la symétrie de révolution autour de l'axe du moulinet. Si le moulinet tourne à l'intérieur d'une grande boîte formant turbine à air (souvent utilisée pour éviter les projections d'huile), les dissymétries deviennent particulièrement accusées, car, dans son mouvement circulaire sensiblement uniforme, chaque pale, en approchant de l'orifice d'évacuation tangentielle, attaque l'air qui la baigne avec une vitesse relative décroissante : des mesures réalisées dans ces conditions, sur des moteurs de 80 ch et de 110 ch, ont fait apparaître des erreurs qui peuvent atteindre 20 pour 100. Le vent, naturel (essais en plein air) ou artificiel (essais simultanés sur plusieurs bancs d'essai voisins les uns des autres), provoque aussi des dissymétries de ce genre.

On peut remarquer que la force tournante périodique f est susceptible de provoquer des vibrations analogues à celles qu'introduisent les défauts d'équilibrage.

Il est bon d'ajouter que ces diverses causes d'erreur peuvent être pratiquement réduites à peu de chose, et que le banc-balance reste un procédé d'essai très commode et particulièrement avantageux pour déceler, par ses oscillations, les moindres variations instantanées du couple moteur.

Critique de la méthode de A.-W. Ewell pour la mesure des faibles différences de potentiel; S.-J. Barnett (*Physical Review*, t. VII, mars 1916, p. 331-333). — Nous avons signalé cette méthode qui a paru dans *Physical Review* d'octobre 1915 et nous avons indiqué que bon nombre des résultats obtenus par l'auteur n'étaient pas d'accord avec les résultats classiques, notamment en ce qui concerne la différence de potentiel entre un métal et la solution d'un de ses sels. M. S.-J. Barnett montre, à l'aide d'un schéma qui tient compte de toutes les forces électromotrices de contact, que l'appareil de Ewell ne mesure pas exactement les grandeurs dont son auteur poursuivait la recherche.

La mesure des courants électriques d'après leurs effets caloriques; S.-L. Brown (Communication faite au Congrès de Columbus de la Physical Society, du 28-30 décembre 1915; *Physical Review*, t. VII, mars 1916, p. 39). — L'auteur décrit un appareil destiné à remplacer les ampèremètres caloriques ordinaires. En principe, il comprend une petite bobine de fil fin qui entoure un élément de thermomètre à résistance très sensible, par exemple une couche mince d'un oxyde conducteur placé entre deux fils. On fait fondre l'oxyde et dans le globule liquide on plonge les extrémités des deux fils conducteurs et, après refroidissement, on obtient une soudure de très petite résistance électrique. Un élément préparé de cette manière est sensible à une variation de température de 0°,001 C. et, par conséquent, est capable de subir l'influence de la chaleur développée dans la petite bobine par le passage du courant à mesurer. On associe au système un dispositif quelconque de mesure des résistances. La résistance de la bobine est proportionnée à l'intensité du courant qui doit la traverser. En général la sensibilité limite d'une bobine donnée est dix fois la sensibilité minimum. Une bobine pour 10 milliampères aura donc une portée de 10 fois 10 ou 100 milliampères; une autre, prévue pour 100 milliampères au minimum, mesurera encore 10 fois 100 ou 1000 milliampères. L'auteur a réalisé cet appareil pour les opérations suivantes : 1° pour servir de contrôle dans l'étalonnage des appareils à courant alternatif au moyen d'étalons à courant continu; 2° pour la mesure des courants de haute fréquence; 3° pour la détermination expérimentale de l'influence du couplage, de la syntonie, etc., dans la production des ondes électriques.

Théorie du photomètre à papillotement dans le cas de conditions dissymétriques; H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, avril 1916, p. 290-321). — Dans une première communication publiée dans le numéro de novembre 1914, page 708 de *Philosophical Magazine*, les auteurs ont étudié le fonctionnement optique de l'appareil, en le considéront comme un milieu qui reçoit et réfléchit la lumière conformément aux lois générales de la Physique. Ils ont fait les hypothèses suivantes : 1° l'excitation est transmise par une surface légèrement diffusante, qui a pour effet de réduire l'intensité de l'excitation quand celle-ci est variable; 2° le scintillement disparaît quand le rapport du minimum au maximum d'excitation a une valeur déterminée. Ces hypothèses introduites dans l'équation de Fourier sur la conductibilité ont permis de ramener l'étude générale du photomètre au cas simple d'une radiation unique, en tenant compte toutefois de la vitesse critique à laquelle le scintillement disparaît. On supposait toutes les conditions symétriques aussi bien optiques que mécaniques. Le présent travail n'admet plus aucune restriction et établit seulement qualitativement les phénomènes observés dans le cas de conditions dissymétriques. Il étudie successivement : 1° la sensibilité du photomètre à papillotement qui dépend de son mode d'emploi : on utilise, pour les mesures, soit la fréquence à laquelle disparaît le papillotement, soit par le point où les deux éclairements alternatifs produisent le papillotement minimum; ce dernier procédé est le plus sensible; 2° la fréquence critique, conditions de l'éclairement quand on superpose à un éclairage constant un éclairage alternatif; 3° conditions de l'éclairement quand il y a inégalités entre les éclairs et les éclipses et 4° quand il y a inégalité entre les temps de pose des deux radiations colorées qu'il faut comparer; celle qui pose le moins est toujours estimée au-dessous de sa valeur; 5° la construction de l'appareil qui exige une symétrie parfaite.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 25 juillet 1916, modifiant le décret du 20 mars 1916, mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, des Ministres du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, des Finances, de la Justice, de l'Intérieur, du Travail et de la Prévoyance sociale,

Vu le Code de Commerce,

Vu la loi du 5 août 1914, relative à la prorogation des échéances des valeurs négociables;

Vu les décrets des 31 juillet, 1er, 4, 9 et 29 août, 27 septembre, 27 octobre, 24 novembre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, 18, 20 mars et 21 juin 1916;

Le Conseil des Ministres entendu,

Décrète :

Article premier. — Les dispositions de l'article 5 du décret du 20 mars 1916, mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie, sont remplacés par les dispositions suivantes :

« Pendant les trente derniers jours précédant l'échéance, telle qu'elle est fixée par l'article 2 du présent décret, le débiteur pourra obtenir des délais supplémentaires en s'adressant au président du tribunal civil au lieu de son domicile. Ce magistrat statuera sans frais par ordonnance rendue sur la requête du débiteur, le porteur entendu ou dûment appelé par lettre recommandée à lui adressée par le greffier.

» Si le porteur ne s'est pas fait connaître au débiteur avant l'échéance telle qu'elle est fixée par l'article 2 du présent décret, des délais supplémentaires pourront être demandés au président du tribunal civil, à partir de la présentation de la valeur négociable tant que le porteur n'aura pas exercé de poursuites devant le tribunal, conformément à l'article suivant.

» La prolongation des délais supplémentaires précédemment obtenus pourra être, selon les circonstances, accordée une ou plusieurs fois par le président du tribunal.

» La requête et l'ordonnance du président du tribunal ne donneront lieu à aucun frais et seront dispensés des droits de timbre et d'enregistrement. »

Dans le ressort des justices de paix à compétence étendue, le juge de paix du domicile du débiteur statuera au lieu et place du président du tribunal civil.

Art. 2 — Les dispositions de l'article 6 du décret du 20 mars 1916 visé à l'article précédent sont remplacées par les dispositions suivantes :

« Dix jours francs après la date de l'avis de réception de la lettre recommandée constatant, conformément à l'article 4, le défaut de payement, le débiteur pourra être poursuivi sans protêt préalable devant le tribunal de commerce du lieu de son domicile.

» Aucune poursuite devant le tribunal ne sera possible qu'en vertu d'une permission du président accordée sur la requête du porteur, sauf dans le cas du rejet d'une demande de délai formée par le débiteur ou d'expiration des délais accordés par le président du tribunal, conformément à l'article 5, sans que le débiteur se soit acquitté.

» Le tribunal saisi d'une demande formée dans l'un des cas précédents pourra, par dérogation à l'article 157 du Code de Commerce, accorder des délais pour le payement.

» Le seul défaut de poursuite, dans le cas où il en peut être exercé, n'engagera pas la responsabilité du porteur envers les endosseurs, le tireur et les autres garants du payement. »

Art. 3. — Par dérogation à l'article 6 du décret du 20 mars 1916, précité, et par mesure transitoire, aucune poursuite ne pourra être exercée contre l'un des débiteurs visés audit décret pendant 30 jours à dater de la publication du présent décret,

Pendant ce délai, même postérieurement à l'échéance telle qu'elle est fixée par l'article 2 du décret du 20 mars susvisé, le débiteur pourra obtenir des délais supplémentaires suivant la procédure prévue par l'article 5 du décret du 20 mars 1916 modifié par l'article 1er du présent décret.

Art. 4. — Sont maintenues toutes les dispositions des décrets des 29 août, 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, des 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, des 18, 20 mars et 21 juin 1916 qui ne sont pas contraires au présent décret.

Art. 5 — Le présent décret recevra exécution immédiatement en vertu de l'article 2 du décret du 5 novembre 1870.

Art. 6 — Le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, les Ministres du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, des Finances, de la Justice, de l'Intérieur, du Travail et de la Prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des Lois*.

Fait à Paris, le 25 juillet 1916.

(*Journal officiel*, 26 juillet 1916.)

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

Avis relatif à l'établissement des listes des fournisseurs admis aux différents concours de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones.

En exécution de l'article 2 de l'arrêté du 4 juin 1916, concernant les marchés passés par l'Administration des Postes et des Télégraphes, cette Administration procède actuellement à l'établissement des listes des fournisseurs admis à concourir pour l'exécution des diverses catégories de travaux, fournitures et transports incombant à son service.

Les industriels qui ne sont pas déjà fournisseurs de l'Administration et qui désireraient figurer sur ces listes sont priés d'adresser une demande à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, en indiquant les fournitures ou entreprises pour lesquelles ils sollicitent leur inscription.

Aux termes de l'article 4 de l'arrêté du 14 juin 1916, l'Administration aura d'ailleurs encore la faculté, au moment de chaque concours, d'admettre à présenter des offres les industriels qui, n'étant pas inscrits sur les listes, lui en feraient la demande et qui seraient jugés susceptibles de prendre part utilement au concours.

(*Journal officiel* du 19 juillet 1916.)

Importations de diamants et pierres précieuses bruts venant d'Angleterre.

En ce qui concerne les importations en France de diamants et pierres précieuses bruts venant d'Angleterre, le Gouvernement anglais a décidé que toutes ces importations seront autorisées par le Diamond Committee sous la condition absolue que les demandes des intéressés auront été apostillées par la Commission des diamants qui dépend du Ministère du Commerce, à Paris.

Même les demandes concernant des pierres destinées aux usines travaillant pour la défense nationale devront être visées par la Commission des diamants.

Ladite Commission pourra demander à tous les importateurs la justification de l'emploi qu'ils auront fait des pierres transmises sous le couvert du Diamond Committee.

(*Journal officiel* du 22 juillet 1916.)

MINISTÈRE DES FINANCES.

Décret fixant les délais supplémentaires accordés aux contribuables empêchés de souscrire, en temps utile, la déclaration relative à la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des Finances,

Vu le titre I de la loi du 1er juillet 1916, instituant une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre;

Vu l'article 6 de ladite loi dont le troisième alinéa porte qu'un décret fixera les conditions dans lesquelles des délais supplémentaires seront accordés aux contribuables, mobilisés ou non, qui se trouveraient empêchés de souscrire leur déclaration dans les délais et conditions indiqués aux articles 4 et 5,

Décrète :

Article premier. — Les contribuables, mobilisés ou non, qui seront empêchés de souscrire, dans les délais impartis par les articles 4 et 5 de la loi du 1er juillet 1916, la déclaration prévue pour l'établissement de la contribution extraordinaire instituée par ladite loi, disposeront, pour produire cette déclaration, d'un délai supplémentaire prenant fin au plus tard trois mois après la date de la cessation des hostilités, telle que cette date sera fixée en exécution de l'article 2 du décret du 10 août 1914.

Art. 2. — Quand un contribuable se croira en droit de prétendre qu'il est empêché de souscrire sa déclaration dans le délai fixé par les articles 4 et 5 de la loi, il devra, s'il veut obtenir le bénéfice des délais supplémentaires, en informer le directeur des contributions directes, le trentième jour au plus tard avant l'expiration du délai légal, en précisant la nature de l'empêchement qu'il entend invoquer; le délai de déclaration sera suspendu, en ce qui le concerne, moyennant l'accomplissement de cette formalité.

Si la Commission du premier degré estime que le cas d'empêchement est allégué à tort, le directeur des contributions directes en avertira, par lettre recommandée avec avis de réception, le contribuable, qui pourra faire sa déclaration dans les quinze jours suivant la réception de cet avis, au cas où le délai légal prendrait fin avant l'expiration de ladite période.

Lorsque la Commission aura constaté que l'empêchement ayant motivé la prolongation du délai de déclaration a cessé d'exister, le directeur des contributions directes en préviendra l'intéressé, par lettre recommandée avec avis de réception, en lui impartissant, pour produire sa déclaration, un délai de trois mois, lequel courra à partir de la réception de l'avis.

Dans l'un et l'autre cas, si le contribuable ne produit pas de déclaration et s'il est taxé d'office par la Commission du premier degré, il conservera le droit de réclamer contre cette taxation devant la Commission supérieure et de justifier qu'à la date de l'avis qui lui a été adressé, il se trouvait réellement dans le cas d'empêchement prévu par la loi. Si sa réclamation est reconnue fondée, il se retrouvera placé dans la situation du contribuable pour qui le délai de déclaration n'est pas expiré, à moins que le terme extrême fixé par l'article 1 ne soit déjà dépassé, auquel cas la procédure réglée par le premier alinéa de l'article 9 de la loi du 1er juillet 1916 lui deviendra applicable.

Art. 3. — Le Ministre des Finances est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 3 août 1916.

R. Poincaré.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Finances,

A. Ribot.

(*Journal officiel* du 5 août 1916.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité consultatif du lundi 3 juillet 1916.

Présents : MM. Frénoy, président; Doucerain, Duvaux, Philippart, Sirey; M. Fontaine, secrétaire.
Absent excusé : M. Hussenot.

Dommages de guerre. — Un adhérent demande de quelle manière il doit faire une protestation contre les évaluations de la Commission cantonale pour les dommages de guerre subis par l'usine électrique de X...

La question n'est pas posée dans des termes suffisants; elle ne précise pas de quels objets il s'agit.

Si le consultant estime que les évaluations de la Commission ne sont pas justifiées, il doit aller en appel devant la Commission départementale et ensuite devant la Commission supérieure, en suivant tous les degrés de juridiction.

Il se plaint peut-être à tort de ce que les objets dont il ne pouvait établir ni la possession, ni la valeur réelle, aient été évalués à 50 pour 100 de sa demande, celle-ci aurait pu ne pas être acceptée faute de justification. L'adhérent doit surtout réclamer pour les factures qu'il peut produire et dont le montant aurait été réduit par la Commission cantonale.

Il pourrait, en outre, consulter le rapport général sur les méthodes d'évaluation des dommages, présenté au nom de la Commission supérieure chargée de la revision générale de l'évaluation des dommages résultant de faits de guerre, par M. Hébrard de Villeneuve, président de la Section de l'intérieur au Conseil d'État.

Ce rapport a été reproduit dans le *Journal officiel* du 21 juin 1915.

Interprétation de cahier des charges. — Une Compagnie d'électricité expose qu'elle est concessionnaire d'une distribution d'énergie électrique régie par le cahier des charges type. Un article de ce cahier des charges établit un tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique et un autre article limite la puissance maxima à laquelle le concessionnaire est tenu pour l'ensemble de la distribution.

La Compagnie consultante demande si, dans ces conditions, elle peut, pour la puissance délivrée au-dessus du maximum prévu, appliquer des prix supérieurs à ceux qui sont stipulés au cahier des charges.

Le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Le concessionnaire ne peut pas s'affranchir du tarif maximum du moment qu'il fournit même au delà de ce qu'il est tenu de fournir; il ne peut fournir que dans les conditions de sa conces-



sion, sauf accord amiable, en dehors du contrat; donc la Compagnie peut subordonner la fourniture au delà de la mesure de ses obligations à une entente sur un prix spécial, mais *non exiger ce prix* si elle fournit sans entente préalable.

En cas de contestation, ce serait le tribunal de commerce qui serait compétent, sauf, s'il y a lieu à interprétation du cahier des charges, à un sursis pour que cette interprétation soit donnée par le juge du marché, le Conseil de Préfecture et le Conseil d'État; mais il n'y aura pas lieu à interpréter le cahier des charges du moment que le maximum est nettement énoncé par le cahier des charges. Il s'ensuit nécessairement que la Compagnie est libre de ne pas fournir au delà du maximum, et que, si elle fournit, elle ne peut fournir qu'au tarif du cahier des charges, sauf accord particulier avec l'abonné.

Élagage des arbres. — Une société adhérente indique qu'il y a deux ans elle a élagué tous les arbres situés au bord d'une route et plantés sur les propriétés riveraines.

Un des propriétaires des arbres prétendit avoir droit à des dommages et fit constater par un huissier l'élagage des arbres.

La Compagnie demande si elle doit une indemnité audit propriétaire. Le Comité donne l'avis suivant :

La loi impose certainement aux propriétaires riverains l'obligation de subir l'élagage. Cette obligation résulte de l'arrêté technique pris en vertu de la loi du 15 juin 1906, mais l'obligation de subir l'élagage comporte-t-elle l'obligation de subir tous les dommages qui peuvent être causés, si cet élagage cause véritablement des dommages ? Le Comité estime que, s'il y a dommage, la servitude n'est pas stipulée sans indemnité. Il reste à déterminer quand il y a dommage. Si l'élagage ne concerne que des sections de branches en saillie, sans atteindre l'arbre dans sa vitalité ou dans ses fruits, quel dommage pourrait être allégué? Et s'il y a privation de fruits pour les noyers, par exemple, s'agit-il des fruits annuels et comment procéder à cette évaluation ? Ce sont là des questions de fait.

Le concessionnaire qui élague doit rendre au propriétaire les branches qu'il a coupées.

Dans tous les cas, si le propriétaire réclame une indemnité pour le dommage causé par la privation des fruits faudrait-il déduire de l'indemnité les frais d'élagage ?

Cela ne serait pas conforme à la nature de la servitude qui est passive pour le riverain, elle l'oblige à subir l'élagage, non à l'exécuter lui-même, elle n'a donc pas pour effet de l'induire en dépenses. Les frais de l'élagage demeurent dès lors à la charge du concessionnaire.

Difficultés avec les abonnés. — Un concessionnaire expose les difficultés en cours avec un industriel au sujet de troubles apportés à son réseau par l'installation de moteurs.

Après examen des pièces communiquées, le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Étant donné que l'usine est dans le périmètre concédé, M. X... a traité, nécessairement, parce que légalement, avec le consultant *agissant à titre de concessionnaire, bien que sans police municipale.*

Il est donc soumis aux obligations de l'article 19 du cahier des charges. Il faut faire reconnaître cela par la Cour d'appel.

Le Ministre des Travaux publics n'a pas le *pouvoir* de faire annuler un jugement rendu entre un concessionnaire et un particulier et qui méconnaît le caractère du contrat litigieux. Il ne saurait intervenir dans un procès privé.

La Cour d'appel doit être appelée à réformer le jugement qui a mal interprété le traité de concession en prétendant qu'il ne concède pas la distribution du courant pour la force motrice, alors qu'il porte pour tous usages. C'est seulement la fourniture aux entreprises de transports en commun ou en dehors du périmètre de la concession qui est simplement autorisée et non soumise aux conditions de la concession. Que le consultant soutienne cela en appel et, au besoin, en cassation.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Compagnie des Eaux et de l'Électricité de l'Indo-Chine. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 10 novembre 1915, nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 30 juin 1915.

Actif.

Valeurs disponibles :		fr
En caisse		86 370,81
En banque		688 455,47
Marchandises en magasins		800 843,85
Marchandises en route		72 084,15
Débiteurs divers et clients		355 619,02
Valeurs immobilisées :		
Concessions et usines anciennes		4 800 000 »
Concessions et usines nouvelles		7 260 813,13
Frais de premier établissement pour nouvelles concessions, prorogations et augmentations de capital		267 450,38
Immeubles, mobilier, matériel en service et en location		418 800,47
Valeurs engagées :		
Cautionnements		56 333,35
Annuités dues par les provinces		364 933,44
Prime de remboursement des obligations :	fr	
9000 émises	654 000	
4632 amorties	348 832	
		305 168 »
Dépenses à imputer aux exercices suivants : (loyers, impôts, passages, avances aux fournisseurs, etc.)		150 802,33
Travaux en cours :		
Électricité Govap		23 408,29
Entreprise province de Canthô		10 838,32
Usine de Pnom-Penh, prorogation 1914		38 055,57
Total		15 699 976,48

Passif.

Capital actions		6 500 000 »
Capital obligations :		
9000 obligations émises	4 500 000 »	
4632 obligations amorties	2 316 000 »	
		2 184 000 »
Réserves :		
Légale		336 471,91
Spéciale en prévision de l'augmentation des usines et du remplacement de gros matériel		131 620 »
De prévoyance et d'amortissement des actions		1 367 500 »
Primes sur actions nouvelles		1 440 000 »
Amortissement des usines		2 095 856 »
Comptes créditeurs		523 418,05
Coupons et obligations non réclamés		120 093,89
Provisions :		
Pour intérêts des obligations payables le 1er octobre 1915		24 570 »
Pour amortissement de 291 obligations remboursables le 1er octobre 1915		145 500 »
Profits et Pertes :		
Reliquat de l'exercice 1913-1914		184,57
Bénéfices de l'exercice 1914-1915		830 762,06
Total		15 699 976,48



Compte de Profits et Pertes.

Débit.

		fr
Frais généraux de Paris		69 349,85
Taxe d'abonnement au timbre		7 958,75
Différence de change		2 366,32
Intérêts des obligations :		
Quote-part du coupon payé le 1er octobre 1914		27 770,60
Coupon payé le 1er avril 1915		52 413,75
Quote-part du coupon à payer le 1er octobre 1915		24 570 »
Amortissement :		
De 291 obligations remboursées le 1er avril 1915		145 500 »
De 291 obligations à rembourser le 1er octobre 1915		145 500 »
Répartition des bénéfices :		
5 pour 100 à la réserve légale		41 547,35
5 pour 100 intérêts au capital actions		325 000 »
Réserve de prévoyance et d'amortissement des actions		100 000 »
Tantièmes statutaires		36 439,90
Dividende supplémentaire aux actions		325 000 »
A reporter au prochain exercice		2 959,38
Total		1 306 375,90
Crédit.		
Solde du dernier exercice		184,57
Intérêts en compte		13 295,81
Recette d'exploitation	2 297 609,34	
Dépenses d'exploitation	1 123 010,11	
Bénéfices d'exploitation	1 176 599,23	
Bénéfices sur travaux neufs	118 296,29	
		1 292 895,52
Total		1 306 375,90

L'Assemblée générale, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des Commissaires des Comptes, a approuvé le bilan et les comptes du quinzième exercice, arrêtés au 30 juin 1915, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration, lui donne quitus de sa gestion et a fixé le dividende à 50 fr brut par action, lequel sera payé aux caisses de la banque de l'Indo-Chine, 15 *bis*, rue Laffitte, à Paris, à partir du 1er janvier 1916, contre remise du coupon n° 27 et sous déduction des impôts ainsi que l'acompte de 25 fr payé le 1er juillet dernier.

INFORMATIONS DIVERSES.

Aiguillage automatique Œrlikon pour lignes de tramways (*La Nature*, 3 juin 1916, p. 365-367). — Le plus souvent l'aiguillage des voitures de tramways est effectué par le receveur de la voiture qui doit pour cela descendre de celle-ci : d'où une perte de temps pour les voyageurs et, en conséquence, une perte d'argent pour la Compagnie dont le matériel roulant n'est pas utilisé autant qu'il pourrait l'être. Aux points de bifurcation très fréquentés la manœuvre de l'aiguille est faite par un employé spécial qui reste constamment auprès de l'aiguille : la perte de temps est alors moins grande, mais les dépenses d'exploitation se trouvent augmentées du salaire de cet employé. Pour supprimer ces inconvénients on a imaginé divers dispositifs; celui que décrit l'article est dû à la Société Œrlikon. — Dans ce dispositif l'aiguille est manœuvrée par un électro-aimant actionné automatiquement par le courant de traction. Pour cela la portion du fil de travail située au-dessus de l'aiguillage est isolée du reste de la ligne par deux isolateurs respectivement placés à ses deux extrémités; l'une des celles-ci, celle qui se trouve avant l'aiguille, est reliée à l'électro-aimant de commande, lequel est lui-même connecté au fil de travail sous tension qui précède l'aiguille. Dans ces conditions un courant traversera l'électro-aimant toutes les fois que la portion isolée du fil de travail se trouvera mise au sol. Or c'est précisément ce qui arrive quand le trolet d'une voiture passe dessous la portion isolée du fil, celle-ci se trouvant alors reliée au sol par l'intermédiaire des moteurs; l'aiguillage est donc fait automatiquement pour cette voiture et lorsque celle-ci quitte la section isolée, l'aiguille reprend sa position normale sous l'action d'un fort ressort. Lorsque la voiture qui se présente devant l'aiguillage doit prendre la voie pour laquelle l'aiguille est normalement en bonne position, il convient que cette voiture ne fasse pas fonctionner l'électro-aimant de commande, il suffit pour cela que le conducteur de cette voiture coupe le circuit de ses moteurs un peu avant d'arriver à l'aiguillage que la voiture franchit par sa vitesse acquise.

Comment un abonné au téléphone doit-il payer; Giacomo Magagnini (*Elettrotecnica*, 5 juin 1916, p. 334-339). — La question des tarifs téléphoniques dans les réseaux urbains traitée par l'auteur est une question d'actualité en Italie, où le Gouvernement vient de présenter un projet de loi tendant à les modifier par des augmentations qu'on trouve tout à fait inopportunes et exagérées. L'auteur, après avoir indiqué les raisons du développement limité du téléphone en Italie, démontre que le tarif moyen, résultant des tarifs en vigueur à présent dans tous les réseaux de l'État, peut donner un profit satisfaisant à l'exploitation de l'industrie; il en conclut que, si un remaniement des tarifs est opportun en vue de mieux les proportionner à l'importance des réseaux et du service demandé par l'abonné, une augmentation générale ne semble justifiée que par des exigences purement fiscales. — L'auteur se déclare favorable au régime forfaitaire et combat celui à conversations taxées; il en dit les motifs, en exposant aussi un système rationnel et équitable de classification des réseaux, des abonnés et des tarifs à forfait, appuyé par des considérations techniques et économiques. Ensuite, il condamne toute limitation de trafic sur la ligne d'abonné et soutient qu'elle doit être exploitée jusqu'au rendement maximum tolérable avec les caractéristiques particulières du service. Enfin il croit que le régime forfaitaire à tarif gradué par échelons de quelques centaines de communications est même à préférer à celui à conversations taxées. — Il conclut que, en fixant les nouvelles taxes d'abonnement au service urbain, le Gouvernement doit seulement viser à obtenir que les recettes de son exploitation couvrent entièrement les frais en assurant même un juste profit; mais il ne doit pas être influencé par des jugements exclusivements fiscaux, avec le but d'en tirer un bénéfice exagéré, qui se changerait sans doute en désavantage pour le développement d'un service public qu'on doit s'efforcer de rendre au contraire toujours plus étendu et populaire.

Sonde à téléphone pour sondage continu du fond des mers (*La Nature*, 18 mars 1916). — La connaissance de la profondeur de la mer est une des questions les plus importantes pour la navigation moderne. Les procédés employés jusqu'à ce jour sont assez compliqués, nécessitent l'arrêt du bateau, et ne permettent que de déterminer des points isolés. On a fait récemment en Amérique des expériences particulièrement réussies en employant une sonde électrique constituée par une masse métallique en fonte, de 18 kg environ et comprenant dans la masse un téléphone très sensible monté sur la paroi et relié au navire. Dans ces conditions, lorsque la sonde passe sur des hauts fonds de sable ou d'argile, on entend dans le récepteur téléphonique une sorte de sifflement caractéristique, tandis que le heurt sur des roches ou un fond de gravier donne des bruits saccadés. Sauf sur de la vase très fluide, la sonde indique très nettement la nature du fond sur lequel elle traîne. Connaissant la vitesse du navire et celle du courant, on détermine facilement la profondeur pour une longueur de câble donnée. L'intérêt de la méthode est qu'elle permet un sondage continu dans une position abritée sans avoir besoin de ralentir l'allure du bateau.



Tome XXVI. **N° 305. — 1er septembre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Les risques d'incendie dans les usines électriques proviennent principalement des interrupteurs à huile. Aussi la Commission nommée par l'Association suisse des Électriciens et l'Union des Centrales suisses en vue de rechercher les dispositions à prendre pour la protection des usines génératrices contre l'incendie a-t-elle commencé ses travaux par l'étude de ces appareils. Ces travaux viennent d'être l'objet d'un rapport écrit en allemand; un ingénieur suisse, M. P. TORCHE, a été autorisé à nous en donner une traduction dont nous publions la première partie, p. 133 à 142 de ce numéro, sous le titre **les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie**.

Bien que l'étude ait été entreprise dans un but essentiellement pratique, la théorie, qui ne perd jamais ses droits, a dû être envisagée; et comme les phénomènes qui se produisent dans un interrupteur sont dus à la rupture d'un arc, leur théorie était des plus difficiles à établir. On verra dans la partie du rapport publiée dans ce numéro comment la Commission est parvenue à surmonter ces difficultés, tout au moins d'une façon approximative mais suffisante pour en tirer des conclusions pratiques.

Le but que se proposait la Commission est de déterminer la quantité d'énergie calorifique produite dans un interrupteur à huile lors d'une rupture d'un circuit transmettant une puissance donnée. Cette quantité d'énergie, que la Commission appelle *travail de rupture,* dépend nécessairement des conditions de fonctionnement de l'appareil (vitesse de déclenchement, pression et température de l'huile, etc.), ainsi que de la construction de l'appareil (forme et dimensions des pièces de contact et de l'enveloppe, etc.). La complexité de ces facteurs exclut la possibilité de les introduire dans des formules mathématiques. Cependant les nombreuses études expérimentales effectuées sur l'arc électrique, en particulier par Ayrton et Mme Ayrton, ont fourni des résultats qu'il est possible d'utiliser pour l'étude de la rupture d'un circuit par un interrupteur. C'est ce qu'a fait la Commission suisse en déterminant, au moyen de ces résultats, la formule et la courbe qui donnent en fonction du temps l'intensité du courant lors d'une rupture d'un circuit sans induction et traversé par un courant alternatif; elle a déterminé ensuite, pour les mêmes conditions, la courbe de variation de la tension entre les pièces de contact; elle avait ainsi les deux grandeurs nécessaires pour le calcul de la quantité d'énergie calorifique développée dans un temps donné. Mais comme le circuit peut avoir de l'inductance et de la capacitance, elle a recherché approximativement l'influence que peuvent avoir ces deux grandeurs sur les résultats et a reconnu que l'on peut en tenir compte par l'introduction dans les formules de certains coefficients à déterminer expérimentalement.

Parmi les autres articles publiés dans ce numéro signalons plus particulièrement celui qui traite des **rendements des sources lumineuses et équivalent mécanique de la lumière** (p. 154-158), questions qui, depuis plusieurs années, sont l'objet de recherches approfondies de la part des physiciens américains et qui ont une grande importance pratique pour la comparaison des sources lumineuses diversement colorées.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49 / 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Arrêté du 18 juillet 1916 fixant les prix des déchets d'aluminium, p. 159.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 juillet 1916, p. 130. — Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 132. — Service de placement, p. 132. — Bibliographie, p. 132. — Liste des documents publiés à l'intention des Membres du Syndicat professionnel des Industries électriques, p. 132.

Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 juillet 1916.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 15 h 5 m.

Sont présents : MM. Marcel Meyer, président; Mildé, ancien président; Larnaude, vice-président; André, Chateau, Eschwège, Getting, Guittard, Iung, Lévis, Roche-Grandjean, Sailly, membres.

Se sont excusés : MM. Cance, Legendre et Portevin.

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Chambre du décès de M. Raphaël Chauvin, chevalier de la Légion d'honneur, de la maison Chauvin et Arnoux, membre de notre Syndicat et délégué de cette Maison à la quatrième Section. M. Chauvin avait apporté des perfectionnements très importants à la construction des appareils de mesure électriques.

La Chambre s'associe aux condoléances qui ont été adressées par le Président à sa famille.

Mutation.—M. le Président communique à la Chambre une lettre de l'Électrométrie usuelle par laquelle Mme Ve Graindorge l'informe que M. Marcault ne fait plus partie de sa maison et demande à ce que M. Dugast le remplace en tant que délégué de l'Électrométrie usuelle à la quatrième Section.

Cette mutation est approuvée.

Démission. — M. le Président communique à la Chambre une lettre de M. Katzenellenbogen que des circonstances imprévues obligent à quitter temporairement le pays et demande d'accepter sa démission comme membre correspondant. La Chambre ratifie cette démission.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle M. Sciama, ancien président du Syndicat, remercie ses collègues de la Chambre syndicale de la confiance qu'ils lui ont témoignée en le déléguant à la Section de Construction mécanique de l'Union des Industries métallurgiques et minières; ils peuvent compter sur lui pour défendre les intérêts de notre industrie dans les âpres discussions que l'établissement du nouveau tarif de douanes fera nécessairement naître.

Parmi la correspondance, M. le Président signale :

Une lettre d'une Société portugaise s'occupant de la fabrication d'électrocéramique; cette lettre est transmise à M. Sailly;

Une lettre de M. Legouëz demandant des renseignements sur une Société qui distribue actuellement encore, en France, des catalogues où presque tous les articles paraissent être de provenance allemande. Nous avons été d'avis, comme M. Legouëz, qu'il y a lieu de demander qu'une enquête soit faite à ce sujet par le Parquet.

Questions spéciales : Marques syndicales. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre qu'en vertu de l'article 5 du Règlement syndical d'emploi des marques collectives, la Commission de la Marque syndicale s'est réunie le mercredi 28 juin en vue d'examiner les demandes d'admission à l'usage des marques, demandes qui avaient été formulées par les établissements suivants :

1° Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est;

2° Maison Legendre frères;

3° Compagnie électrocéramique (anciens établissements P. Sailly, H. Caillet et Cie);

4° Société pour le travail électrique des métaux;

5° Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force (anciens établissements Clémançon);
6° Maison Japy frères et Cie.

Il rappelle à la Chambre qu'en vertu de l'article 6 du même règlement le droit de se servir des marques ne peut être accordé que par la Chambre syndicale sur proposition de la Commission de la Marque.

En conséquence, et sur la proposition de la Commission de la Marque, il prie la Chambre de vouloir bien ratifier les demandes d'admission qui lui sont soumises.

Après en avoir entendu lecture, la Chambre ratifie ces demandes d'admission.

A cette occasion, M. le Président, rappelant à nouveau l'intérêt que présente l'apposition des marques syndicales, engage ses collègues à faire au plus tôt leur demande d'admission.

Travaux des Sections. — La quatrième Section s'est réunie au siège du Syndicat le 1er juillet en vue d'examiner les cahiers des charges relatifs au concours, ouvert par le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, pour une « fourniture d'appareils pour postes d'abonnés de réseaux à batterie centrale. »

M. le Président rappelle que la quatrième Section s'est occupée de cette question en 1914 dans une réunion où avaient été convoqués des délégués de la Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens et des délégués de l'Association des ouvriers en instruments de précision. A la réunion du 1er juillet dernier avaient également été convoqués des délégués de ces mêmes groupements.

Après avoir entendu la lecture du procès-verbal de cette réunion, la Chambre après discussion décide qu'une lettre sera adressée par le président du Syndicat à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, lettre par laquelle il lui soumettra les observations contenues dans ledit procès verbal.

Cours d'apprentis. — M. le Président rend compte à la Chambre du fonctionnement de ces cours pendant l'année scolaire 1915-1916. Il indique, en même temps, que M. Jully, inspecteur des cours, a déclaré n'avoir eu qu'à se louer du travail des élèves, ainsi que de leur assiduité à suivre les cours, depuis leur reprise, c'est-à-dire depuis le 1er mars 1915.

Il espère que, pour la prochaine année scolaire, le nombre d'apprentis inscrits sera au moins égal à ce qu'il était cette année; d'ailleurs, dans le courant de septembre prochain, une circulaire sera adressée aux établissements intéressés leur demandant de désigner au Secrétariat leurs apprentis qu'ils enverront aux cours, de manière que les dispositions soient prises en rapport avec le nombre des élèves.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président donne connaissance à la Chambre du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union du 7 juin 1916.

Communications diverses. — M. le Président donne également communication de diverses circulaires reçues de l'Union des Industries métallurgiques et minières et des documents suivants :

N° 762 : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 763 : Prêts de titres à l'État (titres de pays neutres).

N° 764 : Loi du 6 mai 1916 autorisant le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane.

N° 765 (Italie) : L'opinion publique et la question des relations après la guerre.

N° 766 : Décret du 18 mai 1916 portant institution d'un Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

N° 767 : Décret du 19 mai 1916 relatif à la prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

N° 768 (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 769 : Décret du 27 mai 1916 portant limitation des prix des contrats d'affrètement pour le transport des charbons.

Documents législatifs (Chambre des députés). — M. le Président dépose sur le bureau les documents législatifs reçus depuis la dernière séance, savoir :

N° 2159 : Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de résolution de M. André Laisant et plusieurs de ses collègues tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre.

N° 2169 : Projet de loi étendant aux agents de change la loi du 30 décembre 1911 concernant les chèques barrés.

N° 2170 : Projet de loi sur les marques de fabrique et de commerce.

N° 2171 : Projet de loi portant modification de la loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention.

N° 2172 : Proposition de résolution tendant à améliorer la composition des Comités consultatifs d'action économique.

N° 2191 : Rapport fait au nom de la Commission de la Législation civile et criminelle chargée d'examiner le projet de loi concernant les poursuites intentées par application de la loi du 4 avril 1915 qui interdit les relations d'ordre économique avec les sujets d'une puissance ennemie.

N° 2194 : Rapport fait au nom de la Commission du Budget chargée d'examiner le projet de loi portant : 1° ouverture sur l'exercice 1916 des crédits provisoires applicables au troisième trimestre 1916; 2° autorisation de percevoir pendant la même période les impôts et revenus publics.

N° 2021 : Proposition de loi tendant à autoriser, par le Ministre de la Justice, la réquisition et la mise en valeur des établissements industriels appartenant à des sujets des pays ennemis et mis sous séquestre.

N° 2125 : Projet de loi portant ratification de divers décrets ayant pour objet d'établir des prohibitions de sortie ou de suspendre les droits d'entrée sur diverses marchandises.

N° 2139 : Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur la proposition de loi de M. Faillot relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre.

N° 2198 : Projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes.

N° 2212 : Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie chargée d'examiner le projet de loi portant approbation de la convention franco-suédoise, signée à Paris, le 31 janvier 1916, pour la protection réciproque, en Chine, des marques de fabrique, brevets, dessins et droits d'auteur.

N° 2215 : Avis présenté au nom de la Commission de la Législation civile et criminelle sur la proposition de loi de M. Failliot relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre.

N° 2229 : Rapport fait au nom de la Commission de la Législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement, et portant que l'effet sera payable au débit de son compte soit à la Banque de France, soit dans une Chambre de compensation.

La séance est levée à 17 h.

Le Président,
M. Meyer.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général les publications dont la liste a été donnée dans un précédent numéro.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation, réglementation, p. 159. — Sociétés, bilans, p. 159. — Offres et demandes d'emplois, p. xxi.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

Dix-septième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire — Compte rendu bibliographique, p. 132. — Bibliographie, p. 132. — Liste des documents publiés à l'intention des Membres du Syndicat, p. 132.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension).

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et réglementation. — Arrêté du 18 juillet 1916 fixant les prix des déchets d'aluminium, p. 159.

Sociétés, bilans. — Énergie électrique du Littoral méditerranéen, p. 159. — Compagnie parisienne de distribution d'électricité, p. 160.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

INTERRUPTEURS.

Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie.

L'augmentation de la puissance des usines électriques, l'extension des réseaux de distribution, l'élévation des tensions utilisées, ont mis au premier plan la question des interrupteurs à huile.

La Commission dite *des appareils à haute tension et de la protection contre l'incendie* a été nommée en commun par l'Association suisse des Électriciens (A. S. E.) et l'Union des Centrales suisses (U. C. S.) qui l'ont chargée d'étudier et de perfectionner la protection des usines électriques contre les risques d'incendie dus aux installations et de mener, parallèlement à cette étude, celle de la construction et de l'amélioration des appareils à haute tension pour autant que cette étude paraîtra nécessaire pour résoudre la première [1]. Lors de sa première séance, après avoir entendu un exposé de la question par M. le professeur Dr Wyssling, secrétaire général de l'Association, la Commission précisa son travail en établissant le programme suivant :

1° Recherches sur les appareils à haute tension pouvant être cause des incendies; détermination des causes des inflammations et établissement de prescriptions pour la construction d'appareils inexplosibles;

2° Études sur l'installation et la disposition des appareils et des usines au point de vue de la protection contre les incendies;

3° Études de dispositifs d'extinction.

La Commission considère l'étude des interrupteurs à huile comme étant la plus importante, relativement au premier point du programme. Ce travail ne pouvait être mené à bien qu'en entreprenant des essais très étendus. Dans ce but, le secrétaire général établit pour la Commission, en collaboration avec la station d'essais des matériaux de l'A. S. E. et les maisons suisses de construction, un programme général des essais à effectuer. Pour en donner une idée en quelques mots, nous rappellerons d'abord d'après quels principes on se dirige pour construire un interrupteur à huile moderne.

Pour pouvoir déclencher sûrement une puissance déterminée l'interrupteur à huile doit satisfaire à trois conditions principales :

(1) Les travaux de la Commission, sans être terminés, ont déjà fait l'objet de trois rapports qui ont été publiés dans le *Bulletin de l'A. S. E.*, nos 8 et 11, 1915, et n° 4, 1916. Ces rapports ont été rédigés par M. le professeur Dr Wyssling et M. Bauer, docteur ingénieur, ce dernier ayant aussi dirigé les essais effectués à cet effet et développé les théories sur lesquelles ils sont basés. Pour avoir collaboré activement à ces essais la Rédaction du Bulletin cité a eu l'amabilité de nous autoriser à publier une traduction des rapports.

« 1° Les pièces conductrices du courant doivent pouvoir supporter le courant maximum en régime continu sans échauffement nuisible;

» 2° Les parties isolées doivent pouvoir tenir la tension relativement aux autres pièces avec une sécurité suffisante, en rapport avec la tension de régime;

» 3° L'interrupteur doit pouvoir absorber sans échauffement nuisible et sans explosion toute l'énergie transformée en chaleur pendant le déclenchement, même si ce dernier se produit dans des conditions extraordinaires mais possibles dans l'installation. Éventuellement l'interrupteur devra pouvoir supporter plusieurs déclenchements successifs. »

Tandis que l'on peut déterminer mathématiquement les dimensions d'un appareil satisfaisant aux deux premières conditions, il n'a pas été possible, jusqu'à présent, de préciser les moyens de satisfaire à la troisième et plus importante de ces conditions. L'Association allemande des Électriciens, par la classification par séries des interrupteurs à huile, indiquée dans ses prescriptions pour la construction et l'essai des appareils à courant alternatif à haute tension, a bien essayé de satisfaire à la condition de la puissance de rupture maximum. Mais ce système est arbitraire parce qu'on ne sait pas avec quel degré de sécurité les interrupteurs d'une série peuvent déclencher les puissances maxima indiquées. Ce degré de sécurité ne peut pas être déterminé tant que l'on ne saura pas quelle fraction de l'énergie coupée est transformée en chaleur pendant le temps que dure le déclenchement, ni dans quelle mesure la chaleur développée peut être dangereuse pour l'interrupteur. Le but à poursuivre se trouve ainsi mieux déterminé.

On recherchera en premier lieu dans quel rapport se trouve la quantité de chaleur développée dans l'interrupteur et appelée *travail de rupture*, relativement à la puissance coupée et quelle influence l'intensité de courant, la tension et les constantes du circuit ont sur ce rapport. On déterminera aussi l'influence exercée par les conditions de fonctionnement de l'interrupteur (vitesse de déclenchement, pression et température de l'huile) et l'influence de la construction (forme et dimensions des contacts). Ces premières recherches feront donc connaître la sollicitation électrique de l'interrupteur à huile.

La connaissance du rapport existant entre la puissance déclenchée et le travail de rupture permettra ensuite d'étudier le phénomène du déclenchement au point de vue thermodynamique. On recherchera donc dans cette étude, le rapport existant entre la sollicitation mécanique de l'interrupteur par les forces expansives et le travail de rupture. Lorsque cette relation sera établie on pourra déterminer *le travail de rupture admissible* pour un interrupteur donné et la variation de ce travail avec les dimensions et le genre de construction de l'appareil.

Ces travaux seront enfin complétés par des recherches

sur les résultats obtenus par l'emploi d'huiles ininflammables et de constructions agissant dans le même sens.

Ce sommaire exposé laisse ainsi entrevoir qu'en se guidant suivant le sens du programme de la Commission, on s'est contenté d'étudier les phénomènes thermiques dans l'interrupteur à huile, respectivement, de déterminer les causes de ces phénomènes et leurs effets. Les phénomènes caractéristiques de surtension causés par le déclenchement sont, au point de vue qui nous intéresse, de peu d'importance. Pour cette raison, et aussi par ce qu'on peut les supposer déjà connus, ils ont été négligés dans ces recherches.

C'est dans ce même sens qu'il faudra envisager les *règles pour la construction et l'emploi des interrupteurs à huile* que la Commission des appareils à haute tension et de protection contre l'incendie devra établir plus tard.

Ces règles, qui devront être considérées comme des directions et non pas comme des prescriptions, pourront être divisées en trois groupes :

1° Règles concernant la construction et l'emploi des appareils, relatives au plus petit travail de rupture par rapport à une puissance de déclenchement déterminée.

2° Règles concernant la construction et l'emploi des appareils, relatives à la plus grande sécurité dans l'exploitation par rapport à un travail de rupture déterminé;

3° Essai d'établissement de séries d'interrupteurs sur la base du *travail de rupture admissible*. (D'après les résultats de l'ensemble des travaux.)

Les essais ne sont pas encore terminés. Cet article n'expose que la première partie du programme, c'est-à dire en termes concis *le résultat des recherches sur le travail de rupture et les indications pratiques qu'on peut en tirer pour la construction et l'emploi des interrupteurs à huile avec le plus petit travail de rupture.*

Étude des phénomènes physiques se produisant dans l'interrupteur a huile pendant le déclenchement.

A. Les conditions physiques nécessaires pour la formation de l'arc. — En se basant sur la théorie des ions on peut établir deux conditions nécessaires à l'existence d'un arc électrique.

Pour qu'un arc puisse exister et se maintenir il faut que l'effet calorique nécessaire au maintien de la température du cratère négatif soit produit par le courant même. En appelant *effet calorique* la quantité de chaleur que le courant doit produire aux électrodes dans l'unité de temps on aura une première condition nécessaire à l'existence d'un arc; ce sera la présence d'une énergie électrique minimum au moins égale à l'énergie qu'il faut pour produire l'effet calorique.

En examinant la distribution du potentiel dans l'arc on remarque qu'elle présente d'une part, au voisinage des électrodes, des chutes de tension brusques et relativement élevées, dépendant de la nature du gaz et de celle des électrodes et que l'on appelle *chutes cathodiques* et *anodiques*, tandis que d'autre part, dans l'espace séparant les électrodes, la chute de potentiel n'a qu'une valeur assez faible, variant suivant une équation linéaire. On déduit de ceci une deuxième condition nécessaire à l'existence d'un arc, qui est la présence d'une tension minimum entre les électrodes. Cette tension atteint des valeurs bien plus faibles que celle nécessaire à une décharge disruptive.

Mrs Ayrton, en se basant sur ses recherches expérimentales de l'arc électrique, a exprimé par la relation

$$e_i = a + \frac{b}{i} \qquad (1)$$

les conditions indiquées plus haut. Dans cette relation, i est le courant passant par un arc stationnaire et e_i la tension entre les électrodes. Les grandeurs a et b sont des constantes de l'arc. Cette formule montre d'abord que la tension nécessaire aux électrodes se compose d'une valeur constante a et d'une valeur variant avec i. a est la tension minimum, c'est-à-dire qu'avec une tension moindre que a on ne pourra pas obtenir un arc indépendant dans un gaz préalablement ionisé.

D'après (1) l'expression de l'énergie consommée dans l'arc par seconde pourra s'écrire

$$e_i i = a i + b,$$

c'est-à-dire que cette énergie est égale à celle nécessaire au transport des masses électriques au delà d'une chute de potentiel a, plus une valeur b indépendante du courant. b sera donc, dans les conditions données, l'effet calorique nécessaire au maintien de la température du cratère négatif. L'expression signifie donc que : Pour maintenir un arc électrique stationnaire entre deux électrodes il faut nécessairement une énergie minimum de la valeur b.

Ces deux conditions, qui doivent toujours exister ensemble, permettent de déduire quelques caractéristiques de l'arc. Si l'on suppose qu'un arc stationnaire,

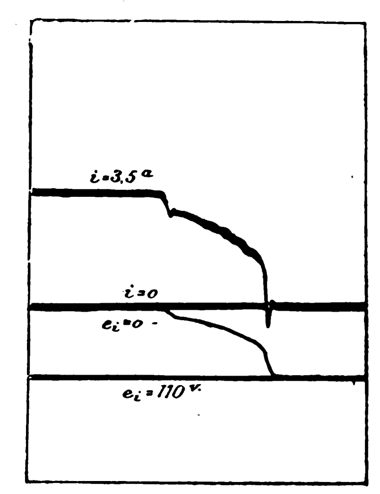


Fig. 1 [1]. — Rupture d'un circuit à courant continu avec un petit interrupteur à couteau.

avec les constantes a et b, subisse une diminution croissante de courant i, pour $i = 0$ l'énergie $e_i i$ aura la

[1] Toutes les figures sont tirées du *Bulletin de l'A. S. E.*

valeur zéro; donc pour une valeur déterminée de i on aura $e_i i < ai + b$, c'est-à-dire que cette valeur de i sera en dehors de la possibilité d'existence de l'arc. On déduit de là que l'intensité décroissante de courant atteindra à un certain moment une valeur déterminée d'où le courant tombera brusquement à zéro (*voir* oscillogramme, *fig.* 1). Ce désarmorçage de l'arc est connu et explique la forme particulière de l'arc à courant alternatif. L'énergie du courant alternatif est par sa nature une grandeur positive, soumise à des variations périodiques avec des valeurs nulles au moment du passage du courant par zéro. L'arc à courant alternatif est soumis, lui aussi, à la condition $e_i i = ai + b$; celle-ci n'est pas remplie chaque fois que la valeur momentanée de la tension est plus petite que a et celle de l'énergie moindre que b. Pendant ce temps l'intensité de courant reste à la valeur zéro. Ce ne sera que lorsque les conditions de l'équation ci-dessus seront remplies, par suite de l'augmentation de la tension, que l'arc pourra s'amorcer. On admet là que, pendant l'interruption, la température du cratère n'a pas diminué d'une valeur importante et que l'espace entre les électrodes est resté ionisé pour permettre le passage du courant sous l'influence de la tension disponible. *L'arc stationnaire à courant alternatif est donc caractérisé par le fait que l'intensité de courant demeure à la valeur zéro, à chaque passage d'une demi-période à la suivante, pendant le temps de l'impossibilité d'existence de l'arc* (*voir* oscillogramme, *fig.* 2).

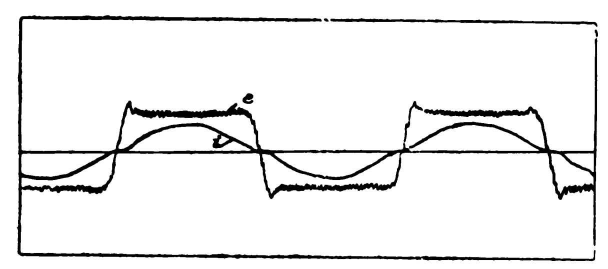


Fig. 2. — Arc à courant alternatif entre des électrodes en charbon.

Pour l'étude du phénomène du déclenchement dans l'interrupteur à huile, il faut connaître l'arc à courant alternatif entre des électrodes à distance variable. Dans l'équation (1) on a désigné par a et b les constantes de l'arc. Mrs Ayrton a encore déterminé expérimentalement leur variation avec la longueur de l'arc et trouvé la loi suivante

$$e_i = g + \alpha s + \frac{\gamma + \delta s}{i}, \qquad (2)$$

où s désigne la longueur de l'arc. Les constantes a et b de l'équation générale s'écrivent donc

$$a = g + \alpha s, \qquad b = \gamma + \delta s.$$

D'où l'on déduit que la tension minimum nécessaire se compose d'une tension initiale g et d'une tension variant suivant une fonction linéaire (d'après Ayrton) avec la longueur de l'arc et que l'énergie minimum équivalente à l'effet calorique croît à partir d'une valeur initiale γ, suivant une fonction linéaire (d'après Ayrton) avec la longueur de l'arc. Ces relations ont pour nous une grande importance; on en tire les conditions initiales pour l'amorçage de l'arc. Pour $s = 0$ on aura $a = g$ et $b = \gamma$, ce qui signifie : *Pour l'amorçage de l'arc* ($s = 0$) *il faut une tension initiale minimum g et une énergie minimum γ. Si ces conditions ne sont pas remplies, l'arc ne pourra pas se former ou, en d'autres termes, le déclenchement aura lieu non pas sous la forme d'un arc, mais sous celle d'une étincelle.*

Cette condition est d'une portée générale et s'applique aussi bien au déclenchement d'un courant continu qu'à celui d'un courant alternatif. Les constantes g et γ dépendent de la matière des électrodes et probablement aussi de leur forme et de leur température. La nature du milieu dans lequel l'arc se produit semble également avoir une influence. La détermination directe des valeurs de ces constantes est difficile parce qu'on se trouve justement à la limite de la possibilité d'existence de l'arc. On trouve dans les publications faites à ce sujet les données suivantes :

Matière des électrodes.	g en volts eff. Courant continu.	g en volts eff. Courant alternatif.	γ en watts eff. Courant continu.
Charbon....	env. 39	21	12
Cuivre......	env. 24	»	»

Les mesures faites pour cette étude ont donné les limites suivantes pour les valeurs de g et de γ pour des ruptures à courant alternatif :

Tension initiale g : 500-800 volts eff. [1] dans l'air [2] entre des électrodes arrondies, en cuivre.

Énergie minimum γ : 6000-10 000 watts eff. dans des vapeurs d'huile, avec comme électrodes une paire de pare-étincelles en cuivre.

Au reste les valeurs exactes de ces constantes sont ici sans grand intérêt, car elles sont de grandeur bien faible par rapport aux tensions et puissances qui entrent en considération pour les interrupteurs à huile. Pour cette raison on a cru pouvoir remettre à plus tard des recherches spéciales pour déterminer les valeurs de g et de γ.

B. L'ARC A COURANT ALTERNATIF PENDANT LE DÉCLENCHEMENT. — On vient de déterminer quelques caractéristiques de l'arc en parlant de son équation fondamentale. Pour poursuivre le but proposé il faut maintenant

---

(1) On peut, il est vrai, obtenir des arcs entre électrodes en cuivre avec une tension alternative de 80 volts et où l'énergie est bien plus faible que la valeur indiquée pour γ. Mais ces valeurs limites se rapportent à des arcs dans l'air ou dans les vapeurs d'huile, conditions qui ne seraient pas remplies avec de très faibles distances entre les électrodes parce qu'alors l'arc se produirait dans des vapeurs métalliques ayant par conséquent une grande conductibilité.

(2) Cette valeur est probablement plus faible pour la formation de l'arc dans l'huile où, à cause du manque d'oxygène, il ne peut pas se former de couche d'oxyde à la surface des électrodes. Il n'a pas été possible de déterminer directement cette grandeur.

rechercher dans quelles conditions l'arc existe dans l'interrupteur à huile, par rapport aux conditions du circuit d'une part et aux conditions d'exploitation d'autre part. Ces conditions trouveront leur expression mathématique par la fixation des constantes de l'arc, tout d'abord sans en connaître leurs variations.

On supposera que les recherches suivantes ont été faites avec un interrupteur ayant les constantes g, γ, α, δ, et dans l'hypothèse que ces constantes ne varieront pas pendant la durée du déclenchement. Les essais faits par la suite ont montré que cette hypothèse ne se réalise pas complètement en pratique, mais elle est tout à fait admissible pour la description qualitative du phénomène et, maintenant encore, le seul moyen d'en exprimer mathématiquement le cours.

On admettra que l'interrupteur unipolaire d'un circuit alternatif commence au temps $t = 0$ à rompre sa puissance normale de rupture qui est donnée par le courant en pleine charge, i_0 (valeur instantanée) et la tension aux bornes V_0. Il se passera alors un temps très court Δ_t jusqu'à ce que les contacts cessent de se toucher; par suite de l'augmentation de la résistance du contact le courant aura diminué de la valeur Δ_{e_i} et la tension intérieure de l'interrupteur aura atteint la grandeur Δ_{e_i}.

La valeur de Δ_{e_i} dépend évidemment des valeurs momentanées de i_0 et de V_0 au temps $t = 0$ ainsi que de la grandeur et de la forme des contacts. Si Δ_{e_i} atteint la valeur g volts nécessaire pour amorcer un arc entre les contacts, le phénomène du déclenchement se poursuivra avec production d'un arc. On admettra que réellement $\Delta_{e_i} > g$, alors il se produira évidemment au bout du temps Δ_t une nouvelle phase du phénomène. L'arc

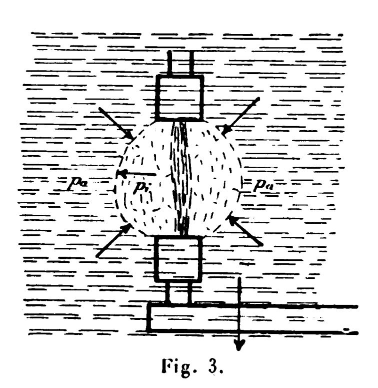


Fig. 3.

existant d'abord entre les contacts infiniment rapprochés, et de plus la chaleur dégagée par le passage du courant à travers la résistance de contact dont il est question plus haut, vaporiseront l'huile voisine en sorte que l'arc se développera sans aucun doute dans un mélange gazeux. L'arc absorbera une énergie électrique croissant avec sa longueur et l'équivalent calorique de cette énergie se transmettra pour la plus grande partie aux électrodes, et pour la plus petite partie aux gaz entourant l'arc. Il en résultera une augmentation continue du volume des gaz par suite de l'accroissement de la température et de la volatilisation de nouvelles quantités d'huile. Les conditions d'existence d'une masse gazeuse cohérente sont données par l'équilibre entre la pression intérieure p_i des gaz et la pression extérieure p_a de la surface de l'huile environnante. Si p_i devient d'une façon permanente plus grand que p_a, le déclenchement se fait d'une manière anormale, l'interrupteur fume, crache ou explose si une égalisation rapide des pressions est impossible. Mais on supposera ici que l'équilibre entre les pressions se maintiendra jusqu'à la fin du déclenchement, ce qui a lieu du reste pour des interruptions normales ainsi qu'on a pu le constater au cours des essais. Alors, l'accroissement de la distance entre les électrodes aura comme conséquence une augmentation de la résistance apparente de l'arc, en sorte que, pour une position déterminée de l'interrupteur, les conditions pour le maintien de l'arc ne seront plus remplies, le phénomène du déclenchement sera terminé.

L'hypothèse que l'on vient de développer, suivant laquelle l'arc se produit dans un mélange gazeux lorsque Δ_{e_i} est plus grand que g, permettra, sur la base des considérations faites jusqu'ici, de traiter le problème d'une façon mathématique approximative.

On considérera d'abord un circuit simple à courant alternatif, déterminé par la tension V d'une usine infiniment grande et par la résistance extérieure r_a comme charge non inductive. Le cas se présente par exemple lorsqu'une petite partie de la puissance d'une grande centrale doit être déclenchée.

On ouvrira l'interrupteur au temps $t = 0$. Si l'on désigne par e_i la tension intérieure de l'interrupteur, on aura à chaque instant

$$(3)\qquad V_m \sin \omega t = i_{(t)} r_a + e_{i_{(t)}}.$$

La relation reliant la tension entre les électrodes, le courant et la longueur de l'arc peut, d'après ce qui précède, être mise sous la forme

$$e_i = g + \alpha s + \frac{\gamma + \delta s}{i}.$$

D'après les hypothèses faites au sujet des constantes, rien n'empêche en principe d'appliquer cette loi au courant alternatif; seulement, en raison de la discontinuité de la courbe du courant dont il a déjà été question, il faudra considérer séparément dans l'équation chaque demi-période de la tension appliquée. On admettra que s, la distance entre les électrodes, croît en fonction linéaire avec le temps; on posera donc $s = vt$, où v est la vitesse de déclenchement. Alors, l'équation suivante donnera l'état du système électrique au déclenchement

$$V_m \sin \omega (t \pm \Delta t) = i r_a + g + \alpha v t + \frac{\gamma + \delta\, v t}{i},$$

dans laquelle $\pm \Delta t$ fixe la position momentanée de la courbe du courant au commencement du déclenchement $(t = 0)$.

En résolvant par rapport à i on obtient l'équation de la courbe du courant

$$(4)\quad i = \frac{V_m \sin \omega (t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)}{2 r_a} \pm \sqrt{\frac{[V_m \sin \omega (t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)]^2 - 4 r_a (\gamma + \delta v t)}{4 r_a^2}}.$$

Cette équation se discute le mieux à l'aide de sa représentation graphique (*fig.* 4). Comme on le voit, la variation du courant de rupture est déterminée par la superposition de deux courbes du courant, l'onde fondamentale

$$\frac{V_m \sin\omega(t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)}{2 r_a}$$

et l'onde auxiliaire

$$\sqrt{\frac{[V_m \sin\omega(t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)]^2 - 4 r_a(\gamma + \delta v t)}{4 r_a^2}},$$

portée positivement et négativement.

Si l'on prend garde au fait qu'avant ($t = 0$) le courant de rupture est égal au courant en pleine charge

$$i_0 = \frac{V_m \sin\omega(t \pm \Delta t)}{r_a},$$

l'interpération de l'onde fondamentale sera simple. Il ressort sans autre de l'équation que sa valeur sera égale à la moitié du courant en pleine charge, diminuée de la valeur du membre continuellement croissant

$$\frac{g + \alpha v t}{2 r_a}.$$

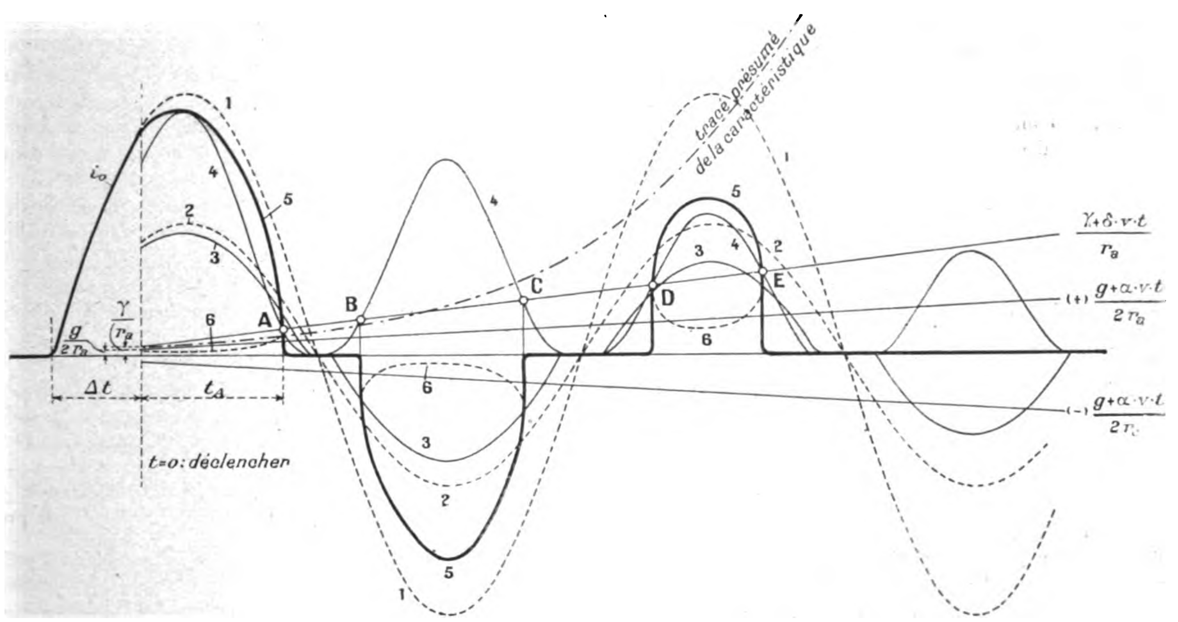


Fig. 4.

Courbe 1 : tracé de $\frac{V_m \sin\omega(t - \Delta t)}{r_a}$,

» 2 : » $\frac{V_m \sin\omega(t - \Delta t)}{2 r_a}$,

» 3 : » $\frac{V_m \sin\omega(t - \Delta t) - (g + \alpha v t)}{2 r_a}$,

Courbe 4 : tracé de $\left[\frac{V_m \sin\omega(t - \Delta t) - (g + \alpha v t)}{2 r_a}\right]^2$,

» 5 : » i partie réelle,

» 6 : » i partie imaginaire.

La courbe en a été construite dans la figure 4 par la combinaison de la courbe de $\frac{i_0}{2}$ avec la droite $\frac{g + \alpha v t}{2 r_a}$ et a été désignée par le chiffre 3. Elle n'est pas continue mais présente au contraire des interruptions après chaque passage par zéro. Le membre auxiliaire est obtenu par combinaison de la droite $\frac{\gamma + \delta v t}{r_a}$ avec l'onde fondamentale préalablement élevée au carré. Ces valeurs de l'onde élevées au carré sont représentées dans la figure 4 par la courbe 4. Les points de rencontre de cette courbe avec la droite $\frac{\gamma + \delta v t}{r_a}$ donnent évidemment les moments où le radical s'annule. Les valeurs de la racine entre deux de ces points successifs permettent de tracer les courbes 5 et 6 qui montrent alors les variations du courant de déclenchement. On voit que le signe négatif de la racine (courbe 6) donne des valeurs imaginaires; le courant de déclenchement varie suivant 5, il s'annule ou rentre en jeu à chaque point de rencontre avec la courbe des valeurs imaginaires. Les points A, B, C, ... déterminent les instants pendant lesquels l'arc peut exister. Le courant de déclenchement varie suivant la courbe 5 jusqu'au moment où le membre auxiliaire s'annule pour la première fois. Le temps en est déterminé par l'équation

$$(5) \quad [V_m \sin\omega(t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)]^2 - 4 r_a(\gamma + \delta v t) = 0$$

dont la solution graphique donne le point A. A ce mo-

5..

ment le courant doit se rompre parce qu'à partir de là l'équation donne des valeurs imaginaires (courbe 6). La courbe sinusoïdale de la tension appliquée peut être représentée par la courbe 1, en pointillé, puisque, par hypothèse, elle doit être en phase avec i_0. Comme on le voit, le courant passe par zéro avant la tension, ce qui du reste se comprend sans autre. La vitesse de déclenchement v et la résistance extérieure r_a ont été choisies de telle façon que l'arc puisse encore exister dans la deuxième et la troisième demi-période. Les intervalles de temps pendant lesquels l'arc peut exister sont limités par les points B, C, D et E qui sont les autres solutions de l'équation.

La tension intérieure e_i peut être trouvée graphiquement, d'après la relation

$$e_i = V - i r_a.$$

La figure 5 en montre le tracé. La courbe est aussi discontinue puisque, pendant les temps où l'arc ne peut

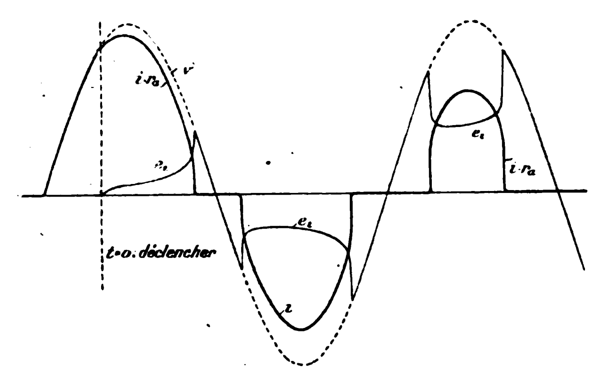


Fig. 5. — Tracé théorique de la tension et du courant de l'arc de rupture.

pas exister ($i = 0$), le tracé de la tension intérieure de l'interrupteur se confond avec la courbe de la tension appliquée. La valeur de e_i augmente à chaque nouvelle demi-période, par suite de l'accroissement de la résistance de l'arc, et finalement après le dernier désamorçage elle atteint et conserve continuellement la valeur de la tension appliquée V. On peut se rendre compte jusqu'à quel point ces courbes théoriques des figures 4 et 5 correspondent à la réalité en les comparant avec l'oscillogramme (*fig.* 2). Celui-ci représente les courbes du courant et de la tension d'un arc à courant alternatif entre des électrodes en charbon à âme métallique. La distance entre les électrodes a été maintenue constante ($v = 0$): L'amorçage et le désarmorçage brusque de l'arc n'apparaît pas d'une façon bien nette par suite de l'amplitude trop faible de l'onde du courant, par contre le tracé typique de la courbe de tension e_i ressort d'autant mieux.

De ces discussions il s'ensuit que la marche du phénomène du déclenchement d'une certaine puissance est dépendante des deux droites

$$\frac{g + \alpha v t}{2 r_a} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma + \delta v t}{r_a}.$$

On peut les désigner comme les caractéristiques de l'arc de rupture. Elles déterminent le temps d'existence de l'arc pour une puissance à rompre donnée, suivant la figure 4. Le courant i a une valeur constamment nulle quand les caractéristiques dépassent les ordonnées amplitudinales des courbes correspondantes 3 et 4. Le dernier point de rencontre de la demi-période coupée en dernier lieu, détermine la durée maximum de l'arc. Mais, pour des déclenchements dans des conditions identiques, la durée de l'arc peut varier de la valeur $\pm \Delta_t$ suivant la position momentanée de la courbe du courant au commencement de l'interruption. Pour ne pas être obligés de faire des hypothèses à ce sujet on recherchera, pour des conditions données, la durée la plus longue possible. La figure 4 permet de constater que celle-ci sera atteinte si l'on choisit $\pm \Delta_t$ de telle façon que le dernier point de rencontre des caractéristiques avec les courbes 3 ou 4 coïncide avec leur valeur amplitudinale. Ceci permet de poser les conditions

$$(6) \qquad V_m - (g + \alpha v t) = 0,$$

$$(7) \qquad [V_m - (g + \alpha v t)]^2 + 4 r_a (\gamma + \delta v t) = 0,$$

où l'on désigne par V_m la valeur amplitudinale de la tension. On pourrait déduire de là que la forme de la courbe de tension a une influence sur la durée de l'arc puisque, pour les mêmes tensions efficaces, la valeur amplitudinale varie avec la forme des courbes. Et en effet les essais démontrent que la durée de l'arc sera d'autant plus grande que la courbe de tension s'éloignera de la forme sinusoïdale. L'équation (6) exprime la condition déjà connue d'une tension minimum ($g + \alpha v t$) tandis que (7) dit que la limite de l'existence de l'arc est atteinte dès que l'énergie encore disponible dans le circuit,

$$\frac{[V_m - (g + \alpha v t)]^2}{4 r_a} \leqq (\gamma + \delta v t),$$

c'est-à-dire est égale ou plus petite que l'énergie calorique nécessaire correspondant à la position momentanée des électrodes. La comparaison des conditions (6) et (7) montre que (7) exige une valeur positive finie pour

$$[V_m - (g + \alpha v t)],$$

donc que, dans le cours poursuivi par un arc de longueur croissante, la condition (7) sera remplie avant (6). En d'autres mots : *La longueur maximum de l'arc $s = vt$ ne dépend que de l'équation* (7), *c'est-à-dire qu'elle sera atteinte lorsque, dans le cours du déclenchement, l'énergie calorique croissante nécessaire aux électrodes devient égale ou plus grande que l'énergie électrique disponible pour la produire.* La durée du déclenchement à la vitesse v se trouve en résolvant l'équation (7) par rapport à t.

La connaissance de ce point a une importance dans ce sens, que la variation de l'effet calorique caractérisé par l'expression $\frac{\gamma + \delta v t}{r_a}$ ne dépend, pour une tension appliquée donnée, que des constantes de l'arc, respectivement, de la construction de l'appareil. Inversement cette construction est caractérisée par l'effet calorique produit au déclenchement, ce qui donne une base de comparaison entre différentes constructions d'interrupteurs.

En réalité, le tracé des caractéristiques ne sera pas

une ligne droite parce que les constantes varieront pendant le cours du déclenchement et que d'autre part la vitesse v est une fonction du temps. Il est pour la suite intéressant de connaître l'influence de ces fonctions compliquant la théorie. Cependant on négligera la possibilité de variation de la vitesse pour admettre en fonction du temps une vitesse moyenne v; ceci est admissible car, ainsi que les essais l'ont démontré, il n'y a que très peu de différence entre la vitesse initiale et la vitesse finale au moment de la rupture. Il reste donc à considérer les variations des constantes de l'arc ou leur influence sur l'effet calorique, celui-ci étant déterminant pour la longueur maximum de l'arc.

Hystérésis de l'arc. — Dans l'équation fondamentale

$$e_t i = a i + b,$$

on a désigné par b la quantité d'énergie électrique nécessaire pour maintenir la température du cratère négatif, l'énergie calorique nécessaire pour cela pendant l'unité de temps a été appelée *effet calorique*.

En utilisant l'équation fondamentale sous cette forme on supposait tacitement que l'effet calorique et l'énergie électrique étaient en phase à chaque instant, supposition qui ne correspond pas complètement à la réalité. Il est en effet compréhensible, sans autre, que l'effet calorique d'un arc stationnaire à courant alternatif est, suivant la capacité calorique des électrodes, en retard sur l'énergie électrique génératrice. Ce phénomène a été expliqué scientifiquement, pour la première fois, par H.-Th. Simon qui l'a appelé *hystérésis de l'arc*. On pourrait prendre analytiquement ce décalage des phases en considération en introduisant par exemple une nouvelle constante, mais cela amènerait de trop grandes complications; on constatera mieux graphiquement son influence. Les limites de durée d'existence de l'arc sont données dans la figure 4 par l'équation (5) que l'on met sous la forme

$$\frac{[V_m \sin\omega(t \pm \Delta t) - (g + \alpha v t)]^2}{4 r_a} = \gamma + \delta v t.$$

Puisque $\gamma + \delta v t$ désigne l'effet calorique, le membre de gauche devra avoir la même signification. La résolution de l'équation par rapport à t donnera en outre les mêmes limites de durée d'existence de l'arc (points A, B, C, ...). L'effet électrique équivalent aura par principe la même forme analytique, mais cependant avancera d'un certain décalage de phase x sur l'expression ci-dessus en sorte que dans la figure 4 l'onde originaire du courant serait à tracer sous la forme

$$\frac{V_m \sin[\omega(t \pm \Delta t) + x]}{r_a}.$$

Du moment que les points A, B, C, ... conservent alors leurs positions respectives, la durée d'existence de l'arc ne changera pas, mais par suite du décalage de phases par rapport à l'onde de courant, l'arc s'amorcera et se rompra plus tard. D'après cela, la prise en considération de l'hystérésis de l'arc est sans grande influence sur la longueur maximum de l'arc. Elle apparaît dans la forme de l'onde du courant, respectivement de la tension de l'arc en ce sens que la valeur limite du courant au moment où l'arc se rompt est plus près de zéro donc plus petite que l'intensité du courant au moment suivant où l'arc s'amorce à nouveau. Cette différence se remarquera surtout là où les intervalles de temps pendant lesquels l'arc de rupture ne peut exister sont relativement grands, soit comme nous le verrons encore dans le cas du circuit sans induction. On a pu constater aux essais qu'alors le premier courant, au moment du réamorçage de l'arc, peut atteindre de 75 à 80 pour 100 de la valeur amplitudinale, tandis que l'intensité est presque nulle au moment de la rupture. L'oscillogramme (*fig.* 6) montre un cas

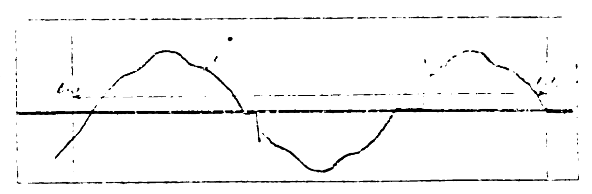


Fig. 6.

Ouverture d'un circuit pratiquement sans induction

$$\left(\frac{2\pi f L}{r}\right) \approx 0.$$

$V = 8100$ volts, $P = 717$ kw, $t_c = 0'',0318$,
$J_0 = 88,5$ A, $R_a = 91,6\ \Omega$, $s = 1,74$ cm.

de ce genre. On y remarquera l'accroissement extraordinairement rapide de l'intensité de courant au moment de l'amorçage de l'arc, la durée de cet accroissement est de l'ordre de grandeur de 0'',0001. Au point de vue des surtensions, ce phénomène doit être aussi défavorable que la rupture d'un arc à courant continu.

Au cours des essais on n'a pas pu constater que l'emploi des métaux divers (cuivre, bronze et fer) pour les électrodes cause des différences régulières de l'hystérésis de l'arc, et puisque ce phénomène est sans influence importante sur la durée de l'arc on ne poussera pas plus loin son étude.

La perte de chaleur pendant que le courant est nul. — Un nouvel écart des suppositions purement théoriques faites sera causé par la perte de chaleur des électrodes pendant le temps où l'arc ne peut pas exister. L'effet calorique nécessaire avec une longueur d'arc croissante est donné par

$$b_{(s)} = \gamma + \delta s,$$

en indiquant par δ l'augmentation nécessitée par unité de longueur. On a supposé en même temps que l'état d'ionisation du gaz ne variait pas pendant que l'arc était éteint. En considération de la perte de chaleur à ce moment, un effet calorique plus grand sera nécessaire au moment du réamorçage de l'arc. On en tiendra compte approximativement en écrivant

$$b_{(s)} = \gamma + \delta s + \varepsilon s^2.$$

Sans introduire cette expression dans celle de i on pourra en constater l'influence à l'aide de la figure 4. Le membre en s au carré donnera à la caractéristique un tracé parabolique vers le haut, ce qui, par suite de la construction

donnée pour la courbe de i, occasionnera une diminution de la durée totale de l'existence de l'arc. On constate le fait évident que *la perte de chaleur, quand le courant est à zéro, cause une diminution de la longueur totale de l'arc.*

Si par la suite dans la formulation analytique de l'arc, on ne tient pas compte des variations possibles que l'on vient d'étudier c'est parce que, particulièrement en ce qui concerne la longueur de l'arc, seule la perte de chaleur, quand le courant est à zéro, a une influence. Cette influence sera d'autant plus faible que le courant sera moins longtemps nul. Ce temps sera, comme on le verra dans le Chapitre suivant, considérablement diminué par la présence d'une inductivité dans le circuit en sorte que dans ce cas (le plus fréquent et le plus dangereux) la caractéristique ne s'écartera que bien peu de la droite.

C. L'INFLUENCE DE L'INDUCTIVITÉ DANS LE CIRCUIT. — Le cas d'un circuit sans induction qui a été traité jusqu'à présent ne se présente qu'approximativement en pratique, car même avec une charge purement ohmique il faut tenir compte de l'induction des enroulements des machines. On verra en effet par la suite que la grandeur et le caractère de l'énergie à rompre ne suffisent pas pour déterminer le cours du phénomène de rupture, mais bien par contre la puissance rompue en kilovolts-ampères. On recherchera donc d'une manière générale l'influence de l'inductivité dans un circuit comme celui représenté par le schéma (*fig.* 7). On considérera d'abord un simple

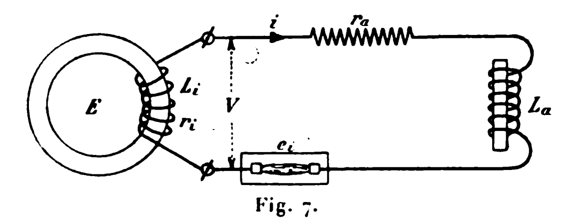


Fig. 7.

circuit monophasé avec interruption unipolaire; soient :

E, la force électromotrice à vide de la machine, pour une excitation supposée constante;

V, la tension aux bornes sous un courant J_0 avant l'interruption;

L_i, respectivement L_a l'inductivité équivalente à celle de l'enroulement de la machine respectivement à celle de la charge pour une certaine valeur de cette dernière;

r_i, respectivement r_a les résistances ohmiques du circuit.

L'équation du circuit s'écrit alors

$$E_m \sin\omega t = i(r_i + r_a) + (L_i + L_a)\frac{di}{dt} + e_i$$

ou, en introduisant pour e_i l'équation fondamentale (1) dans laquelle on remplace s par vt,

$$E_m \sin\omega(t+\Delta t) = i(r_i + r_a) + (L_i + L_a)\frac{di}{dt} + g + \alpha v t + \frac{\gamma + \delta v t}{i}.$$

Il n'est malheureusement pas possible de résoudre d'une manière simple cette équation différentielle. Cependant les raisonnements suivants, confirmés du reste par les essais, ont permis de décrire qualitativement le phénomène et ainsi d'étendre les recherches à l'étude du déclenchement sous court circuit, cas qui pour diverses raisons n'était pas accessible expérimentalement.

On déduit, en considérant les équations de conditions d'existence de l'arc, qu'en principe le tracé des ondes de courant et de tension d'un arc à courant alternatif devra présenter, en cas de rupture d'un circuit inductif, le même aspect discontinu que dans les cas de rupture d'un circuit sans induction. Mais tandis que dans ce cas la tension intérieure e_i de l'interrupteur coïncidait avec la tension appliquée V en phase avec le courant, pendant le temps où celui-ci est nul, cette tension e_i, lorsqu'il y aura dans le circuit un certain décalage de phases entre le courant et la tension, coïncidera dès que l'arc se rompra, avec la force électromotrice à vide qui avance sur le courant d'un angle donné par

$$\tan\varphi = \frac{2\pi f(L_i + L_a)}{r_i + r_a}.$$

La figure 8 représente ce cas, la courbe du courant

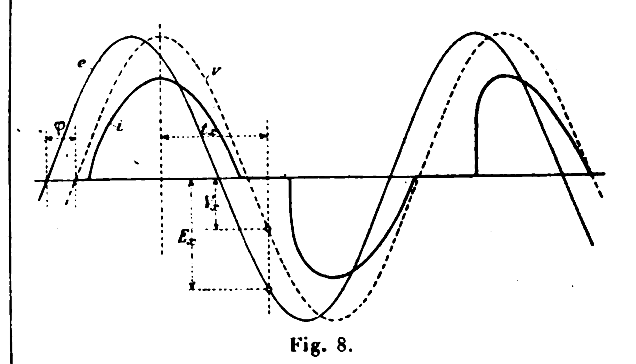


Fig. 8.

correspond au cas d'un circuit absolument sans induction où l'on a tenu compte de l'hystérésis de l'arc. V représenterait la tension aux bornes, en phase avec le courant. D'après l'équation (5) la zone de possibilité d'existence du courant est donnée par

$$[V_x - (g + \alpha v t_x]^2 < 4 r_a(\gamma + \delta v t_x).$$

Si dans le moment considéré dans le cas du circuit inductif, donc le temps pendant lequel le courant est nul durant encore, le tracé e_i coïncide avec celui de la force électromotrice de la machine, on aura également

$$[E_x - (g + \alpha v t_x)]^2 < 4 r_a(\gamma + \delta v t_x).$$

Mais par suite de l'avance de la force électromotrice d'un angle φ, E_x sera dans le moment considéré plus grand que V_x, d'où il résultera

$$[E_x - (g + \alpha v t_x)]^2 > [V_x - (g + \alpha v t_x)]^2,$$

c'est-à-dire, en partant du point zéro du courant, que *pour un temps croissant la possibilité d'existence de l'arc sera plus vite atteinte dans le cas du circuit inductif que*

dans celui du circuit purement ohmique, donc le temps pendant lequel le courant est nul sera plus court. La différence par rapport au cas du circuit sans induction sera évidemment d'autant plus grande que E_x sera plus grand par rapport à V_x. L'oscillogramme ci-dessous (*fig.* 9)

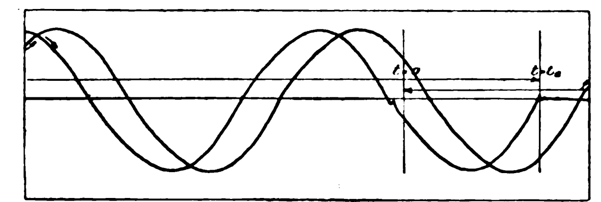


Fig. 9. — Rupture d'un circuit inductif.

$V = 8050$ volts, $P = 664$ kv-A, $L \cong 0,17$ H, $t_e = 0^s,0519$,
$J_0 = 82,5$ A, $R_a = 97,6\ \Omega$, $\varphi = 28°40'$, $s = 2,85$ cm,

représente un déclenchement effectué sous une même charge et une même tension que dans le cas représenté par la figure 6, mais avec de l'inductivité dans le circuit. Si les conditions sont, comme on l'a représenté, telles qu'avec la tension V, un réamorçage de l'arc dans la demi-période suivante soit possible, donc que, dans le premier temps zéro considéré,

$$[V_m - (g + \alpha v t)]^2 > 4 r_a (\gamma + \delta v t),$$

il s'ensuivra qu'avec l'avance maximum de 90°, où E_m coïncide avec le passage du courant par zéro, le temps d'impossibilité d'existence de l'arc deviendra infiniment petit, la courbe du courant deviendra une fonction sinusoïdale continue. Ce cas extrême est du reste irréalisable parce que l'énergie de l'arc ne pouvant pas être une énergie déwattée, le décalage de phases n'atteindra jamais 90°. L'accroissement du temps de la possibilité d'existence de l'arc avec l'augmentation du décalage peut être interprété graphiquement (*fig.* 4) en diminuant l'inclinaison des caractéristiques par rapport à l'axe des abscisses dans une proportion en rapport avec l'angle de décalage.

Cette condition sera remplie en posant pour les caractéristiques

$$\frac{g + \alpha v t}{2 r_a}(1 - [\sin\varphi]^{k_1}) \text{ respect. } \frac{\gamma + \delta v t}{r_a}(1 - [\sin\varphi]^{k_2}),$$

où l'on considérera dans une première approximation k_1 et k_2 comme des constantes. Ces expressions montrent que, pour un décalage φ croissant, l'inclinaison des caractéristiques et leur valeur absolue diminuent. Elles s'annulent pour la limite $\varphi = 90°$ en sorte que dans ce cas la possibilité d'existence de l'arc dure pendant la demi-période entière comme on l'avait déduit plus haut.

Les conditions pour la longueur maximum de l'arc $s = vt$ pour un circuit inductif peuvent être exprimées par des expressions analogues aux équations (6) et (7)

$$(8) \qquad E_m - (g + \alpha v t)(1 - [\sin\varphi]^{k_1}) = 0,$$

$$(9) \qquad \{E_m - (g + \alpha v t)(1 - [\sin\varphi]^{k_1})\}^2 - 4 r_a (\gamma + \delta v t)(1 - [\sin\varphi]^{k_2}) = 0.$$

De nouveau, la deuxième équation est seule déterminante de la longueur maximum de l'arc. Mettons-la sous la forme

$$\frac{\{E_m - (g + \alpha v t)(1 - [\sin\varphi]^{k_1})\}^2}{4 r_a (1 - [\sin\varphi]^{k_2})} \geqq \gamma + \delta v t,$$

on déduira du premier membre : l'équilibre entre l'effet calorique croissant aux électrodes est nécessaire pour maintenir l'arc, et l'énergie électrique disponible, pour produire cet effet, sera atteinte au cours de la rupture, d'autant plus tard que le décalage de phases entre la force électromotrice et le courant sera plus grand. Il s'ensuit *qu'un interrupteur donné (ayant des constantes déterminées) rompra une certaine puissance en kilovolts-ampères avec un arc de rupture d'autant plus long que le retard du courant sur la force électromotrice sera plus grand.*

La durée du déclenchement à la vitesse v se trouvera comme précédemment en résolvant l'équation (9) par rapport à t. Pour une valeur de $\varphi = 0$ on devra retrouver les mêmes résultats que ceux donnés par l'équation (7) pour un circuit sans induction. Si l'on désigne par t_r la durée du déclenchement dans le cas d'un circuit sans induction et par t_{rL} cette même durée avec induction, l'équation (9) pourra alors évidemment se mettre sous la forme

$$f(t_{rL}, t_r, \varphi, k_1, k_2) = 0.$$

Un développement explicite permettrait après avoir calculé t_r de déterminer t_{rL} si l'on connaissait les valeurs des constantes. Les grandeurs k_1 et k_2 devraient être déterminées par des essais. Mais l'équation (9) est trop compliquée pour qu'on puisse en tirer des relations simples en sorte que le calcul de k_1 et k_2, d'après des séries d'essais, serait fastidieux. On abandonnera pour cette raison l'équation (9) et l'on utilisera la relation suivante qui mènera au même but

$$(10) \qquad t_{rL} = t_r(1 + K_1 \operatorname{tang}\varphi + K_2 \operatorname{tang}\varphi^2 + \ldots),$$

où K_1, K_2, ... sont de nouvelles constantes plus faciles à déterminer. Les essais ont montré que ces constantes sont dépendantes aussi bien des constantes propres de l'interrupteur que de celles du circuit. On en conclut que *le phénomène du déclenchement ne dépend pas seulement de la grandeur de la puissance rompue, mais aussi des constantes électriques de tout le circuit ouvert* (par exemple : l'inductivité des enroulements des générateurs).

D. L'influence de la capacité et les combinaisons de R, L et C dans le circuit. — Les considérations suivantes ne sont pas basées sur des essais, car l'occasion de faire des recherches avec des charges capacitives fit défaut jusqu'à présent. Ce que l'on a dit page 140 sur l'influence du décalage de phases entre le courant et la force électromotrice du générateur (voir *fig.* 8) fait conclure qu'avec un courant *en avance*, à l'inverse de ce qui se produit avec un courant en retard, on aura une augmentation de la durée du temps d'impossibilité d'existence de l'arc et, sur la base des considérations ultérieures, une diminution de la longueur maximum de l'arc. Si l'on veut formuler analytiquement ces conditions, en suivant

la même voie on obtiendra par analogie

$$(11) \qquad t_{r,C} = t_r(1 - K' \operatorname{tang}\varphi - K'' \operatorname{tang}\varphi^2 - \ldots).$$

Cette formule se déduit sans autre de l'équation (10) en donnant à l'avance du courant le signe négatif. Comme des essais l'ont démontré, les constantes n'auront pas les mêmes valeurs que K_1 et K_2 dans l'équation (10) parce que dans ce cas la perte de chaleur, pendant le temps où le courant est nul, a une plus grande influence. Cette influence s'exercera dans le sens d'une diminution de la longueur totale de l'arc en sorte que K' et K'' seront plus grands que K_1 et K_2. Les essais ayant démontré la justesse des déductions faites dans le cas d'un circuit inductif, on peut admettre que selon toute probabilité l'équation (11) correspondra aussi à la réalité. On en conclut *qu'un interrupteur donné rompra une certaine puissance en kilovolts-ampères avec un arc de rupture d'autant plus petit que l'avance du courant sur la force électromotrice, causée par une capacité, sera plus grande.* Cette conclusion n'est basée que sur une hypothèse et nous insistons là-dessus, car il peut se présenter des cas où l'ouverture d'un circuit ayant de la capacité se fera d'une façon absolument défavorable.

Le déclenchement de capacités statiques (par opposition à des capacités *rotatives*) peut dans certaines conditions causer des phénomènes particuliers, sans grande influence sur le travail de rupture, mais intéressants surtout au point de vue des surtensions et qui pour cette raison ne rentrent pas dans le cadre de cette étude (voir *Bulletin de l'A. S. E.*, n° 8, 1915).

Les combinaisons possibles de résistance, d'induction et de capacité dans le circuit. — L'étude analytique de ce cas général présente encore plus de difficultés que celui d'un circuit avec simplement de l'induction ou de la capacité. Cependant on peut aussi représenter ce cas-là par une formule. Tout d'abord la grandeur la plus importante est celle de la longueur de l'arc pour une certaine puissance à rompre et cette longueur est déterminée surtout par le décalage de phases entre le courant et la force électromotrice de la machine. On pourra donc écrire d'une manière générale

$$t_{r,L,C} = t_r(1 \pm K_1 \operatorname{tang}\varphi \pm K_2 \operatorname{tang}\varphi^2 \pm \ldots).$$

La grandeur et le sens du décalage de phases se déduisent, de la manière connue, des rapports mutuels entre les constantes du circuit. Par suite leur détermination nous donnera déjà un critérium permettant d'estimer dans une certaine mesure le rapport existant entre la longueur réelle de l'arc et celle que l'on peut calculer pour un circuit absolument sans induction. La formulation analytique du rapport nécessite la détermination expérimentale des constantes K_1, K_2, ...

L'étude plus approfondie des conditions de l'arc de rupture avec des rapports variables entre la résistance, l'induction et la capacité du circuit, serait extraordinairement intéressante. On ne l'a cependant pas poussée plus loin parce qu'elle n'est pas d'une nécessité absolue pour remplir notre programme, le cas le plus intéressant étant à ce point de vue celui qui, pour une puissance déterminée à rompre, donne l'arc de plus grande longueur.

(A suivre.) P. TORCHE.

Protection des lignes aériennes contre la neige (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 299). — Un des accidents que l'on constate le plus fréquemment, c'est un court circuit entre fils produit par des charges inégales de glace, cette inégalité des charges donnant lieu à des inégalités de flèches et, sous l'influence du vent, à des inégalités de déplacements horizontaux des divers fils d'une ligne. Un ingénieur suédois, Torsten Holingrem, a étudié dans *Electrical World* les valeurs que prennent ces déplacements suivant l'épaisseur de la couche de glace et la pression exercée par le vent: c'est cette étude qui est analysée dans l'article qui nous occupe. — Cette étude montre qu'avec des isolateurs rigides, les courts circuits, sous des charges ordinaires de givre et de vent, peuvent être facilement évités par un choix judicieux des longueurs des portées et des distances entre fils. Il n'en est pas de même quand on emploie les cordons d'isolateurs à suspension du type ordinaire. — Quand les courts circuits se produisent, il arrive souvent que un ou deux fils sont coupés par l'arc produit. Les tours de support voisines sont alors exposées à un sérieux couple de torsion dû à la pression du vent sur les fils de la portée non endommagée; les tours doivent donc être de construction robuste pour répondre à ces conditions extrêmes. Il y a lieu de calculer les tours pour des charges de glace de 1 kg par mètre de fil et 57,5 kg de pression de vent. On doit admettre le facteur de sécurité de 4, qui se trouve réduit à 1,9 si deux fils sont brûlés. Il y a avantage à adopter un système de tour flexible. — On a quelquefois recours à des artifices pour fondre la glace et la neige accumulées sur les fils. A ce propos une ou deux lignes parallèles sont mises hors service et on les fait parcourir par un courant élevé qui échauffe les fils jusqu'à faire fondre la glace et la neige. — En conclusion, les moyens préconisés par l'auteur pour éviter les désastres dus à la neige accumulée sur les fils sont les suivants : 1° prévoir une installation dans la centrale pour provoquer la fusion de la glace avec le courant électrique; 2° construire la ligne de façon à tenir compte des charges de glace et de vent les plus grandes pour le pays exploité : adopter un facteur de sécurité raisonnable; 3° se rappeler que le risque est beaucoup plus grand avec les isolateurs à suspension qu'avec les isolateurs rigides, et que la flèche sur les lignes à suspension dépend de la charge sur les portées adjacentes; 4° tenir compte de l'influence de la longueur de la portée, de la distance entre les fils et de la place des isolateurs sur la possibilité des courts circuits. — Une autre conséquence est que les isolateurs modernes à suspension ne conviennent qu'imparfaitement dans les pays où l'on craint la neige et la glace; ce point devra être retenu par les chercheurs pour la création de futurs types d'isolateurs.

Les régulateurs de tension à induction: L. FILIPETTI (*Elettrotecnica*, 5 août 1916, p. 487-490). — L'auteur discute dans son article des conditions de fonctionnement des régulateurs à induction et il applique le calcul graphique à un cas particulier se bornant, pour simplicité, à un régulateur idéal sans pertes, sans dispersion et faisant abstraction aussi du courant magnétisant. Ensuite, il considère ces quantités en montrant comment elles interviennent pour modifier de quelques centièmes le fonctionnement du régulateur idéal. Enfin il fait ressortir dans ses conclusions que l'emploi d'un tel système de régulation n'est pas toujours à recommander.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

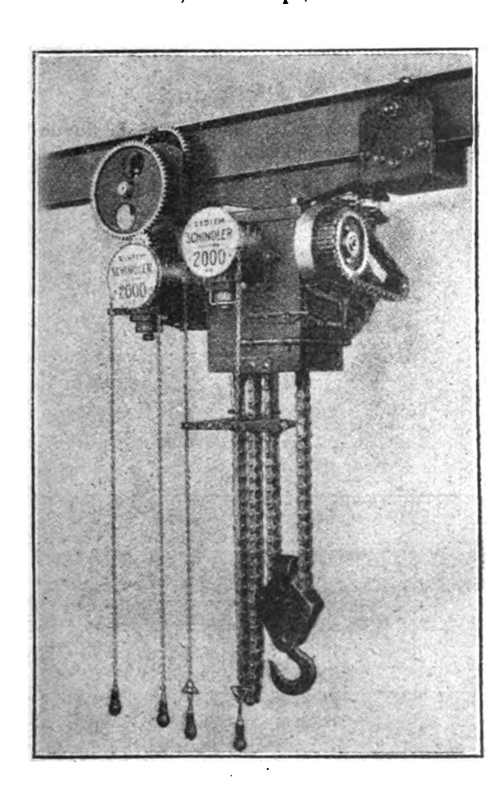
APPAREILS DE LEVAGE.

Les appareils de levage à l'Exposition de Berne en 1914 (1).

Cette partie spéciale du domaine de la mécanique générale était particulièrement bien représentée à l'Exposition. On pouvait y remarquer un assez grand nombre de grues, ponts roulants et treuils de toutes sortes que l'auteur de l'article, H. Krapf, décrit successivement ; nous ne nous occuperons seulement que de ceux qui empruntent leur force motrice à l'électricité.

La maison Schindler de Lucerne exposait plusieurs palans électriques de 500, 1000 et 2000 kg, le mouvement de levage de ces appareils étant actionné par un moteur électrique; suivant la force, le déplacement du chariot supportant le mouvement était fait à la main par commande par chaîne ou par un moteur électrique.

Les figures 1 à 3 montrent cette dernière disposition appliquée à un chariot palan de 2000 kg. Le cadre support est articulé à chaque extrémité avec les châssis accrochés aux roues de telle sorte que les passages en courbe se font avec la plus grande facilité.



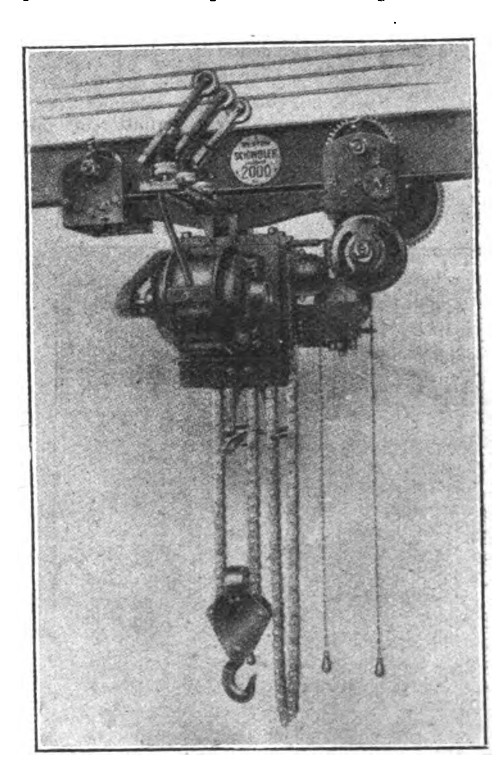


Fig. 1 et 1 *bis*. — Palans électriques Schindler, de Lucerne.

Les roues sont mises en mouvement au moyen de roues dentées; la commande du levage est effectuée, pour tous les appareils, à l'aide d'une chaîne Renold et vis san fin, la charge étant elle-même supportée par une chaîne Galle.

Un frein à sabots agissant sur l'arbre de la vis sans fin est couplé avec la commande du rhéostat de démarrage, c'est-à-dire que la manœuvre de la chaîne de mise en marche amène automatiquement la commande de ce frein; deux doigts de butée portés par la chaîne de levage assurent l'arrêt aux deux extrémités de la course.

La chaîne Galle, pour le levage a un pas de 40 mm, une résistance à la rupture égale à 5000 kg; la roue de chaîne a 10 dents, la vis sans fin à un filet engrène avec une roue de 30 dents.

(1) *Schweizerische Bauzeitung*, 1er janvier 1916, p. 7.



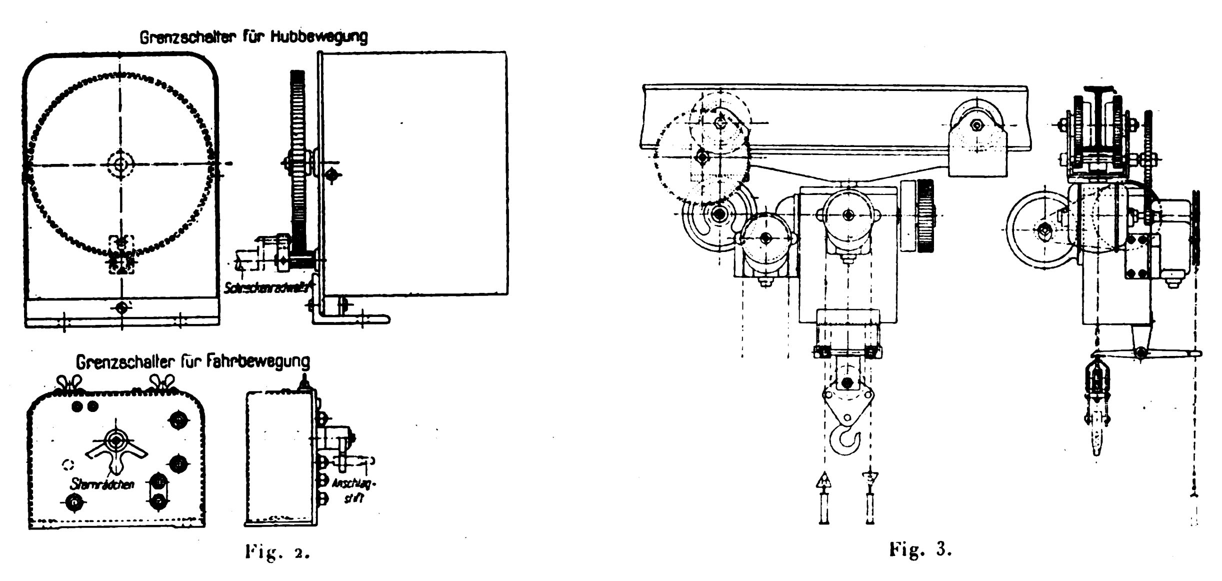
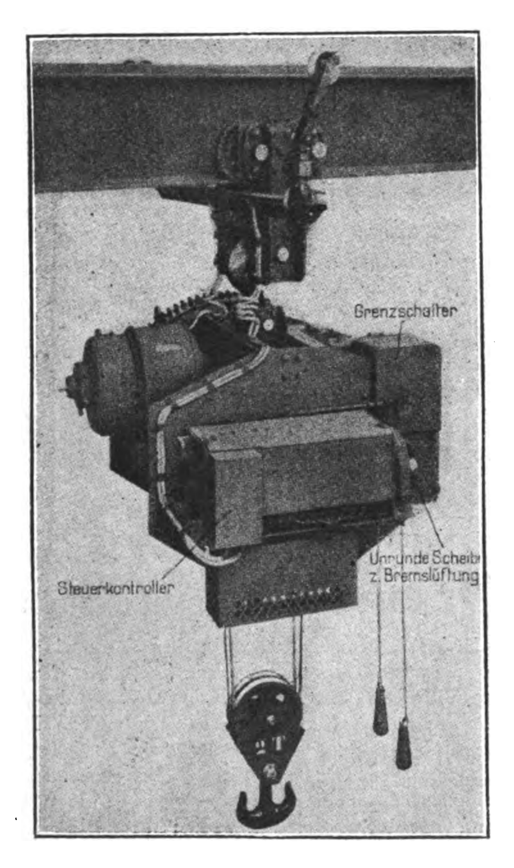


Fig. 2 et 3. — Palans électriques : Schindler, de Lucerne; Grenzschalter für Hubbewegung, disjoncteur de fin de levage; Grenzschalter für Fahrbewegung, disjoncteur de fin de translation.



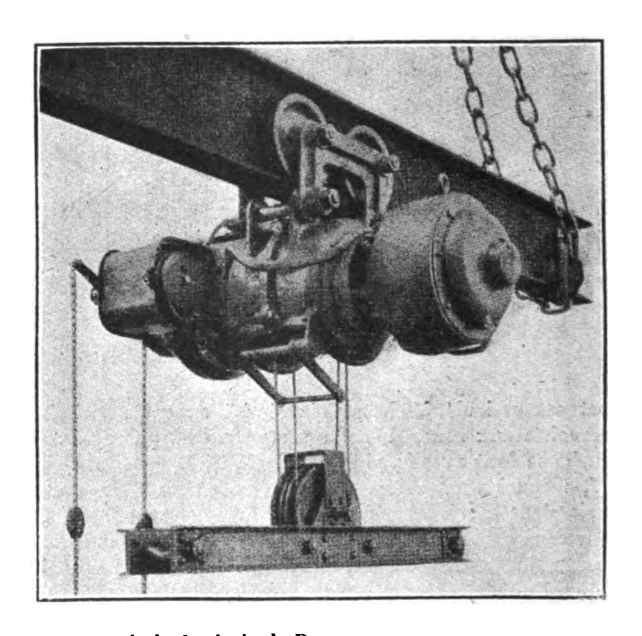


Fig. 4 et 5. — Palan électrique de 2 tonnes de la fonderie de Berne.

La **Fonderie de Berne** exposait un palan électrique de

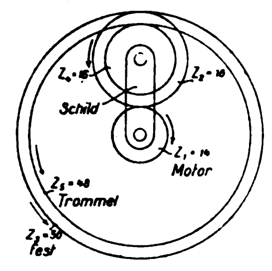


Fig. 6. — Train planétaire du palan de la fonderie de Berne.

2 tonnes dont la construction est représentée par la figure 4, pendant que la figure 5 montre une vue d'ensemble dans laquelle le crochet est remplacé par une poutrelle destinée à un but spécial.

La commande est assurée par un moteur triphasé fixé au bâti par un de ses paliers et un train d'engrenages taillés en acier agissant comme train planétaire travaillant dans un carter entièrement fermé en acier coulé. La disposition de ce train planétaire est représentée par la figure 6, le fonctionnement de ce dispositif sera indiqué plus loin.

Un frein à ressort assure l'arrêt, sa commande est liée avec celle du rhéostat de démarrage de telle manière qu'une came assure le desserrage à la montée ou à la descente.

Un dispositif de sûreté est prévu pour couper le courant aux extrémités de la course. La charge est supportée par quatre câbles s'enroulant sur un tambour de 200 mm de diamètre, le moteur triphasé tourne à 965 tours : min. et peut fournir sur son arbre une puissance de 3,6 ch.

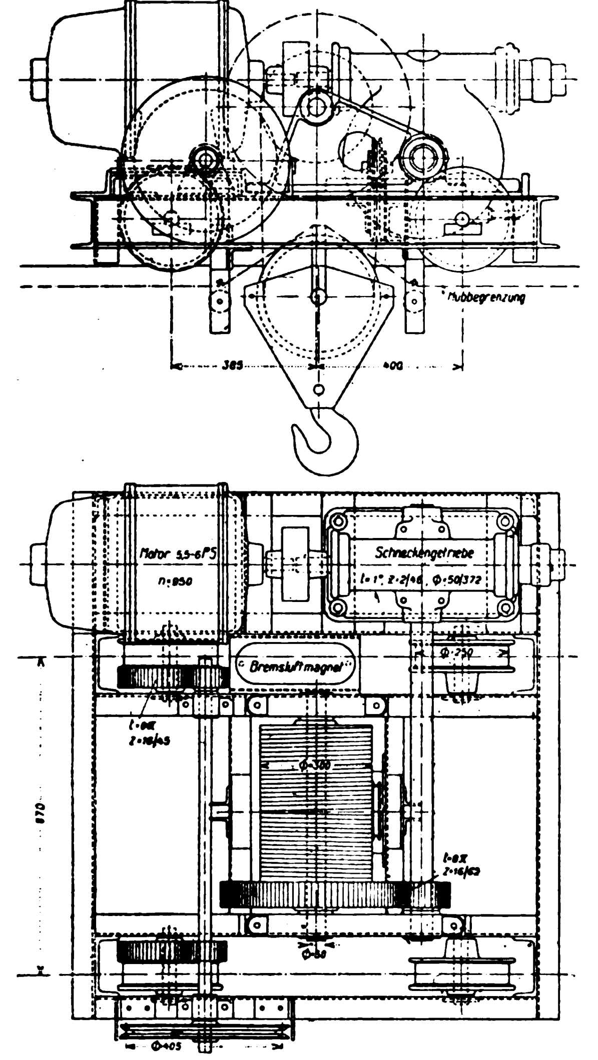


Fig. 7. — Chariot d'un pont roulant de 3 tonnes de la fonderie de Berne. — Schneckengetriebe, vis sans fin ; Bremslüftmagnet, électro du frein à air comprimé.

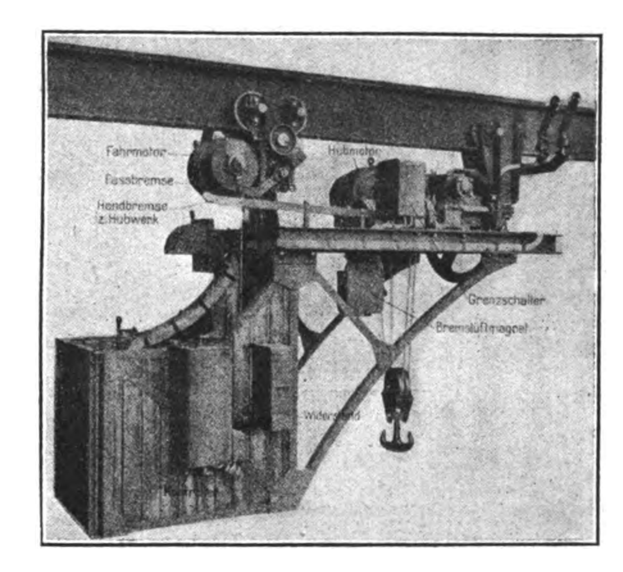


Fig. 8. — Treuil de levage roulant de la Société Œrlikon.

		Nombre de tours.		
	Nombres de dents.	*a*. Roues verrouillées. — 1 tour à droite.	*b*. Plateau fixe. — Roue 3 retournant dans sa position primitive.	De *a* et *b* on tire :
Plateau	»	$+1$	0	$+1$
Roue 1	$z_1 = 14$	$+1$	$+\frac{z_3}{z_1}$	$1 + \frac{z_3}{z_1}$
Roue 2	$z_2 = 18$	$+1$	$-\frac{z_3}{z_2}$	$1 - \frac{z_3}{z_2}$
Roue 3	$z_3 = 50$	$+1$	-1	0
Roue 4	$z_4 = 16$	$+1$	$-\frac{z_3}{z_2}$	$1 - \frac{z_3}{z_2}$
Roue 5	$z_5 = 48$	$+1$	$-\frac{z_4}{z_5}\,\frac{z_3}{z_2}$	$1 - \frac{z_4}{z_5}\,\frac{z_3}{z_2}$

La figure 6 montre la disposition schématique des engrenages planétaires, le tableau ci-dessus montre les combinaisons possibles.

Les roues 2 et 4 sont couplées, la roue 3 est fixe. Si nous supposons toutes les roues verrouillées et tout l'ensemble déplacé d'un tour vers la droite, les nombres de tours des différentes roues sont donnés par le tableau, le signe + indique une rotation à droite, le signe — une rotation à gauche.

Si le plateau est fixe et le système retourné de telle manière que la roue 3 revienne à sa position primitive, les nombres de tours sont donnés par la ligne 2 du tableau.

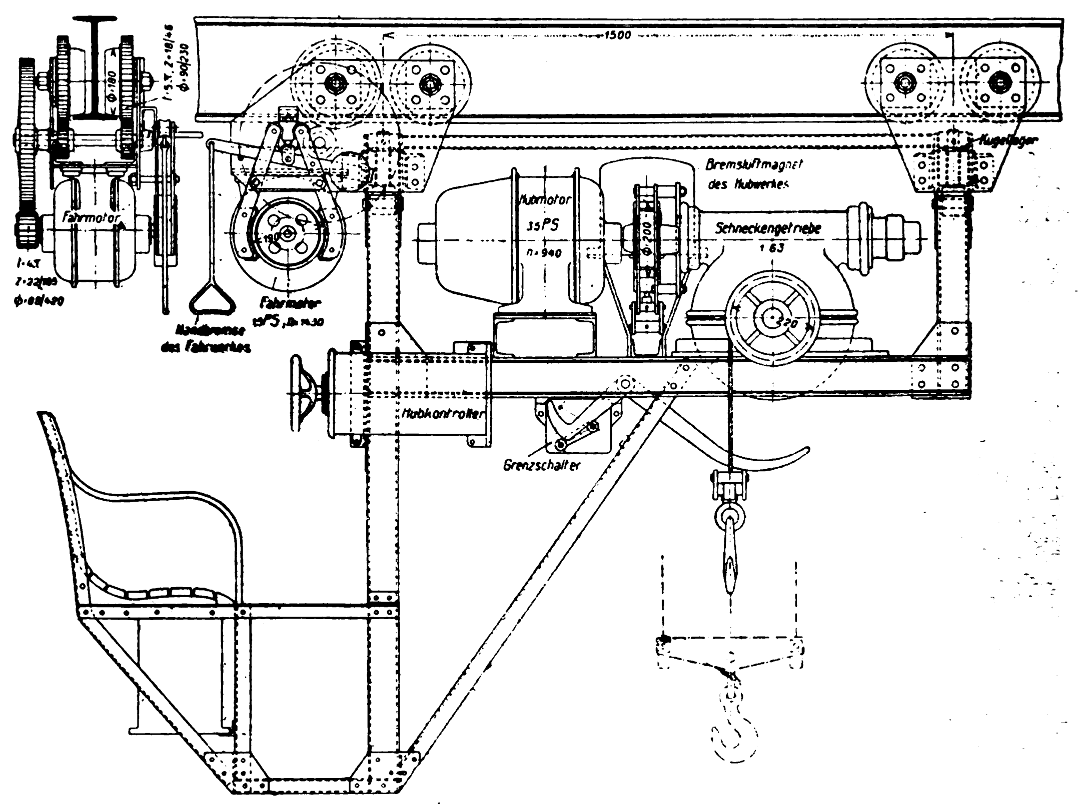


Fig. 9. — Treuil de levage roulant de la fonderie de Berne. — Handbremse des Fahrwerkes, frein à main du chariot roulant; Bremslüftmagnet des Hubwerkes, électro du frein à air comprimé de l'appareil de levage; Grenzschalter, interrupteur de fin de course; Hubmotor, moteur de levage; Fahrmotor, moteur du chariot.

Lorsque le plateau fait un tour vers la droite et que la roue 3 reste immobile, les nombres de tours absolus sont alors les sommes données par la ligne 3 du tableau..

Le rapport de transformation entre la roue 1 et la roue 5, c'est-à-dire entre le moteur et le tambour, est alors

$$i = \frac{u_1}{u_5} = \frac{1 + \frac{z_3}{z_1}}{1 - \frac{z_4}{z_5}\frac{z_3}{z_2}}$$

$$= \frac{z_5 z_2 (z_1 + z_3)}{(z_5 z_2 - z_4 z_3) z_1} = \frac{48 \times 18 (14 + 50)}{(48 \times 18 - 16 \times 50) 14} = 61,7;$$

la vitesse de levage est alors

$$v = \pi D u \frac{1}{i} \times \frac{1}{2} = \frac{\pi \times 0,2 \times 965}{61,7 \times 2} = 4,9 \text{ m : min.}$$

La même société exposait un chariot de pont roulant de 3 tonnes dont la figure 7 donne la disposition générale.

La commande du mouvement de levage est faite par roue dentée et vis sans fin, le frein est commandé par un électro, la vitesse de levage est de 5 m par minute.

La Société d'Œrlikon exposait un treuil de levage roulant sur l'aile inférieure d'un fer à I dont la figure 8 montre la disposition générale, l'ensemble est supporté par deux bogies permettant ainsi le passage facile dans les courbes, le moteur fonctionne à l'aide de courant triphasé, 500 volts, 50 périodes.

Le mouvement de levage est muni d'un frein à sabots desserré automatiquement par un électro-aimant, en outre ce frein peut être commandé à la main pour permettre la descente et le réglage de la vitesse à la descente sans courant. Un interrupteur de fin de course sur le mouvement de levage assure la sécurité de l'appareil en cas de manque de surveillance.

Le mouvement de translation possède un frein à sabots

actionné par une pédale depuis la cabine de manœuvre. La prise de courant est effectuée à l'aide de petits trolleys; le moteur triphasé peut fournir sur son arbre 4,6 ch et tourne en charge à 1425 tours par minute, la vitesse de levage est égale à 7 m par minute.

Le mouvement de translation est actionné par un moteur de 1,5 ch tournant à 1410 tours par minute, la vitesse de translation étant égale à 60 m par minute.

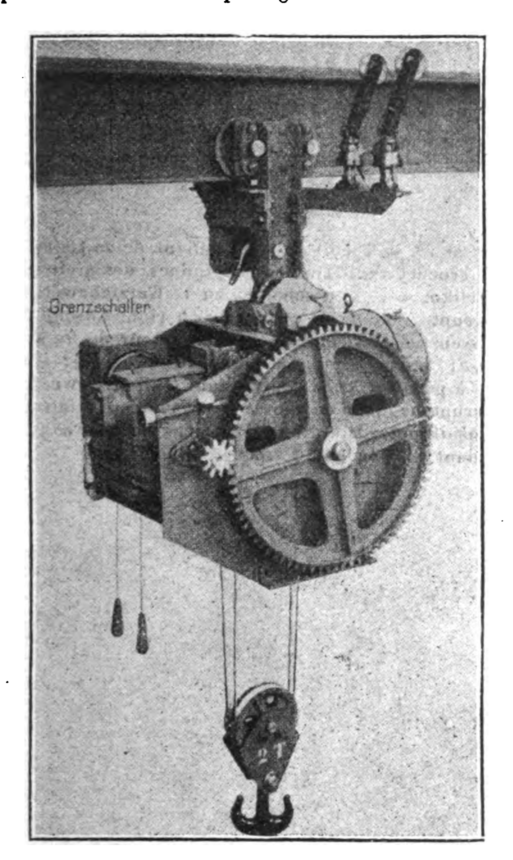
La figure 9 montre un appareil du même genre de la fonderie de Berne pouvant lever 1000 kg. Deux bogies permettent un facile passage dans les courbes. Le mouvement de levage possède deux tambours dont les axes sont perpendiculaires à la direction du mouvement; la charge est suspendue à un crochet et reportée sur les câbles par une traverse, l'appareil comporte également des freins, électros de freins et interrupteur de fin de course comme celui décrit précédemment.

La vitesse de levage est égale à 10,30 m par minute et la vitesse de translation est de 66,30 m par minute.

Les figures 10 et 11 montrent un palan électrique des ateliers d'Œrlikon, d'une force de 2 tonnes avec une vitesse de levage de 4,20 m par minute, le moteur triphasé de 3 ch tourne à 1410 tours par minute sous une tension de 500 volts.

Les figures 12 et 13 montrent les dispositions générales d'un treuil de pont roulant des ateliers d'Œrlikon, d'une force de 20 tonnes avec crochet auxiliaire pour lever 5 tonnes.

Ce treuil est particulièrement disposé pour être utilisé sur un pont roulant de fonderie, le crochet principal supportant la poche de fonte, le crochet auxiliaire servant au renversement progressif de cette même poche.



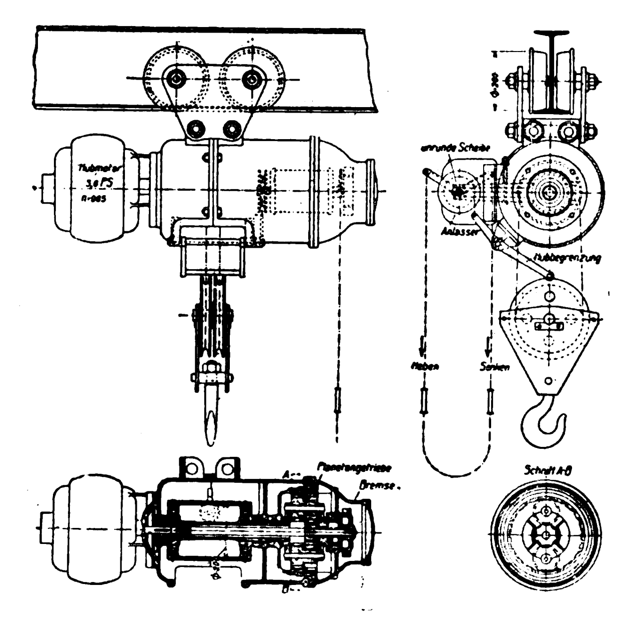


Fig. 10 et 11. — Palan électrique des ateliers Œrlikon. — Planetengetriebe, roue planétaire; Bremse, frein; Anlasser, démarreur; Hubbegrenzung, limiteur de course.

Le crochet auxiliaire peut encore être utilisé pour le levage de petites charges jusqu'à 5 tonnes, il est alors plus économique que le treuil de 20 tonnes; dans le but d'accélérer encore les manœuvres, le moteur du mouvement de translation est disposé pour tourner à deux vitesses par variation du nombre de pôles, le courant d'alimentation est du triphasé, 250 volts, 40 périodes.

Tous les treuils et mouvements de translation sont pourvus de dispositifs de freinage à commande par moteurs ou électros triphasés.

Tous les mouvements sont en outre munis de disjoncteurs de fin de course coupant le courant à la cabine de manœuvre.

Le mouvement de translation du pont est actionné par un moteur triphasé à deux vitesses par changement du nombre de pôles et tournant à 570 ou 1150 tours en produisant sur son arbre une puissance de 24 ou 30 ch.

La figure 14 montre un pont roulant de 20 tonnes de la Fonderie de Berne, le treuil de ce pont roulant possède également un crochet auxiliaire pour levage de petites charges jusqu'à 5 tonnes.

Tous les mouvements sont pourvus de freins à sabots

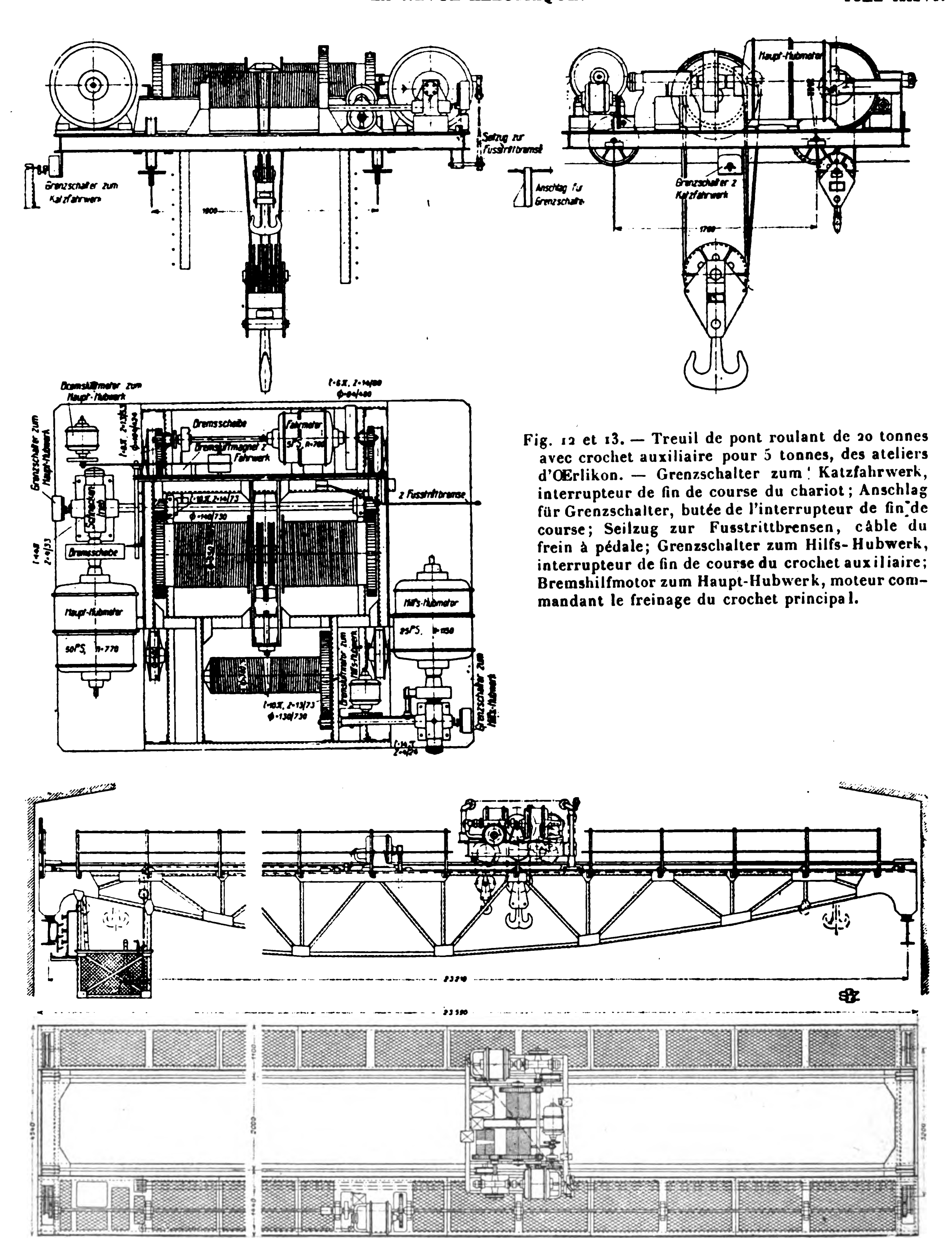


Fig. 12 et 13. — Treuil de pont roulant de 20 tonnes avec crochet auxiliaire pour 5 tonnes, des ateliers d'Œrlikon. — Grenzschalter zum Katzfahrwerk, interrupteur de fin de course du chariot; Anschlag für Grenzschalter, butée de l'interrupteur de fin de course; Seilzug zur Fusstrittbrensen, câble du frein à pédale; Grenzschalter zum Hilfs-Hubwerk, interrupteur de fin de course du crochet auxiliaire; Bremshilfmotor zum Haupt-Hubwerk, moteur commandant le freinage du crochet principal.

Fig. 14. — Pont roulant de 20 tonnes de la fonderie de Berne à courant monophasé.

desserrés automatiquement par des électros, le frein du mouvement de translation du pont peut en outre être desserré à partir de la cabine de manœuvre au moyen d'une pédale.

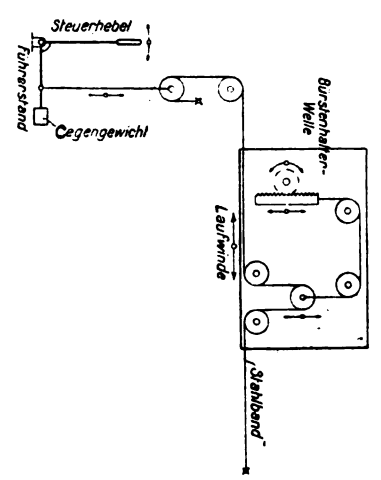


Fig. 15. — Schéma de la commande des balais mobiles des moteurs monophasés de la figure 14.

Le pont fonctionne à l'aide de courant monophasé, tous les moteurs sont du système Deri possédant tous les avantages des moteurs à courant continu à caractéristique série et pouvant être alimentés très simplement entre deux fils de phases d'un réseau triphasé.

Chaque moteur possède un double système de balais, dont un fixe et l'autre mobile; par simple décalage du système mobile de balais on opère tout le réglage, démarrage, variation du nombre de tours et inversion du sens de marche, le système fonctionne sans résistances de démarrage ni contrôleur et la canalisation d'alimentation du chariot comporte seulement deux fils reliés aux stators des moteurs, les rotors n'ont aucune communication au réseau d'alimentation.

Le déplacement mécanique des balais des moteurs placés sur le treuil est effectué suivant la disposition représentée schématiquement sur la figure 15 pendant que la figure 16 montre la disposition réelle.

Les figures 17 et 18 montrent un pont roulant de 15 tonnes de la SOCIÉTÉ SAINT-JAKOB, de Bâle, équipé

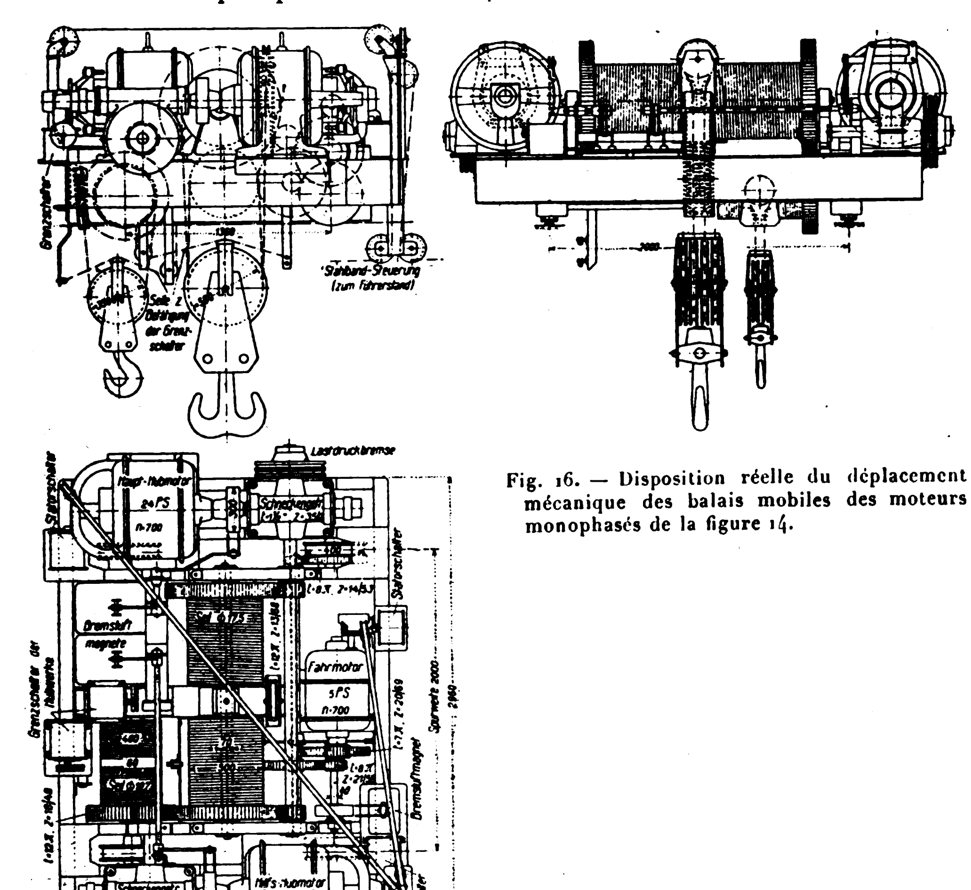


Fig. 16. — Disposition réelle du déplacement mécanique des balais mobiles des moteurs monophasés de la figure 14.

également pour fonctionner avec du courant monophasé, les moteurs sont aussi du système Déri, la commande du mouvement des balais est faite à l'aide d'arbres parallèles au pont et pignons d'angle.

La figure 19 représente schématiquement un dispositif de commande du mouvement des balais exposé par la Société d'Œrlikon.

La Fonderie de Berne avait aussi exposé un treuil d'extraction pour une charge de 2800 kg à la vitesse de 0,50 m:sec ou de 1700 kg à 0,80 m:sec (*fig.* 20);

Fig. 17 et 18. — Pont roulant de 15 tonnes de la Société Saint-Jakob, de Bâle.

le tambour de ce treuil pouvant enrouler 1200 m de câble, l'enroulement correct en plusieurs couches est obtenu à l'aide d'un dispositif spécial commandé par chaîne.

Le tambour est boulonné d'un côté à la roue dentée motrice, d'autre part à une poulie de frein. Le deuxième train d'engrenages est double, de sorte que par déplacement latéral il est possible d'obtenir l'une ou l'autre des vitesses du treuil; toutes les roues dentées sont en acier coulé.

Dans le but d'obtenir une sécurité parfaite, le treuil est muni de trois freins; en marche normale, un frein à main est utilisé, ce frein à sabots agit sur l'arbre de l'intermédiaire.

En cas d'interruption de courant, la charge devenant motrice pourrait entraîner le système, si le conducteur n'agissait pas sur le frein à commande à main; on a donc prévu un frein automatique desserré par l'action d'un

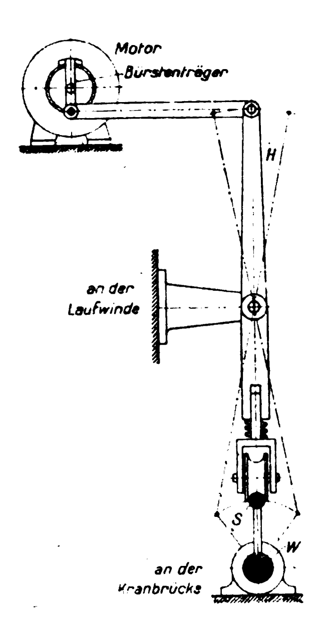


Fig. 19. — Schéma du dispositif de commande des balais de la Société Œrlikon.

électro-aimant, ce frein agit sur le plateau d'accouplement du moteur.

Dans le cas où ces freins viendraient à manquer pour une raison quelconque, on a prévu un frein à bande

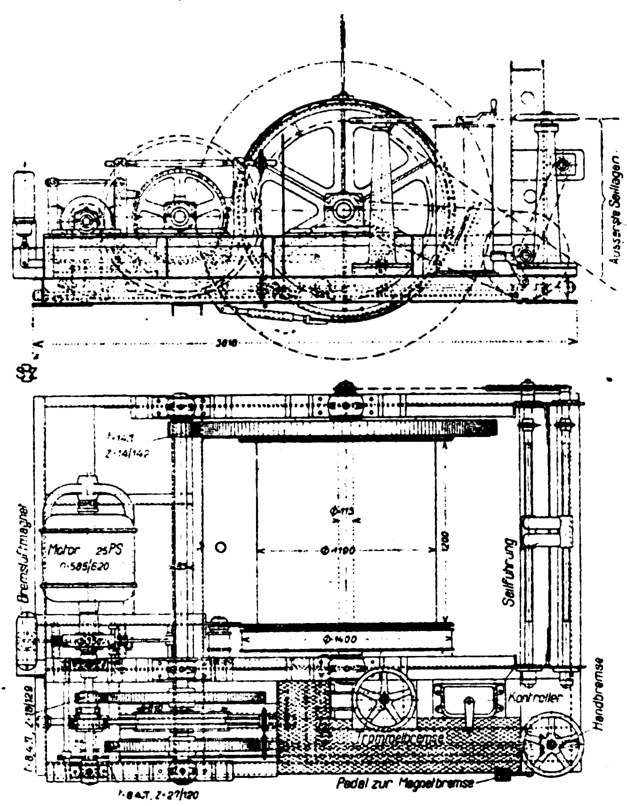


Fig. 20. — Treuil d'extraction de la Fonderie de Berne.

agissant directement sur le tambour, ce frein est commandé à la main. E. B.

Deux importantes grues flottantes; H.-H. Broughton (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 561-565). — L'auteur commence par résumer, d'après une communication de R. Boyle du 18 avril 1911 à l'Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland, les avantages et les inconvénients des grues flottantes. Parmi les avantages signalons : inutilité des fondations qu'on a parfois beaucoup de difficultés à réaliser solidement dans ports et chantiers de constructions; possibilité de dégager des quais déjà encombrés; possibilité de louer les grues à d'autres entreprises quand les propriétaires n'en ont pas besoin; faculté de desservir des navires qui ne sont pas à quai; possibilité dans ce cas d'effectuer le transport de la charge du quai au navire ou inversement au moyen du ponton-grue lui-même, ce qui évite tout transbordement; possibilité d'atteindre n'importe quel point du pont du navire; possibilité de desservir avec une même grue plusieurs navires; etc. Les principaux inconvénients sont : moindre rapidité de la manutention; plus grande hauteur de la grue pour atteindre des points de même élévation au-dessus du niveau de l'eau; déplacement du ponton aux moments où la charge est soulevée ou mise en place, ce qui rend la manœuvre délicate; oscillations du ponton sous l'action des ondes produites par un bateau passant dans le voisinage; nécessité d'un remorqueur lorsque le ponton-grue ne possède pas d'organes de locomotion, ce qui est le cas le plus général; impossibilité d'emploi par mauvais temps. — Passant à l'examen de la nature de l'énergie motrice employée dans les grues flottantes M. Broughton fait observer qu'il est reconnu que l'énergie électrique est de beaucoup préférable et que c'est elle qui est aujourd'hui presque exclusivement utilisée. — Après ces généralités l'auteur donne la description, accompagnée d'une photographie et de six figures représentant les plans et élévations, de deux grues flottantes de 150 tonnes appartenant à la Marine des Etats-Unis et construites toutes deux par la Wellmann-Seaver-Morgan Co, de Cleveland, Ohio; l'une de ces grues est du type à pont roulant, le ponton étant surmonté d'un pont roulant avec avant-bec sur lequel roule le chariot portant la charge; l'autre est une grue à bras tournant et inclinaison variable. Dans la première les prolongements du pont roulant débordent le ponton d'environ 25 m, permettant ainsi de déposer la charge à 18 m environ des bords du ponton; le couple de renversement produit par la charge quand elle est à une extrémité du pont roulant est contre-balancé par le remplissage de réservoirs à eau placés à l'extrémité opposée du ponton. L'énergie électrique est fournie par un groupe formé d'un moteur Diesel à trois cylindres et d'une dynamo à courant continu à 220 volts, de 100 kw; une batterie d'accumulateurs Edison d'une capacité de 600 kw : h sert de secours. Dans la seconde grue, l'énergie est produite par un groupe à moteur à vapeur de 150 kw fournissant du courant continu à 250 volts.

MESURES ET ESSAIS.

RADIOACTIVITÉ.

Appareils utilisés pour l'étude de l'absorption des particules α et β.

Nous nous proposons de décrire ici quelques-uns des appareils qui sont le plus fréquemment employés dans l'étude de l'absorption des rayons α et β.

Appareil de Bragg pour la mesure du parcours des particules α dans l'air (1). — Le procédé qui est schématisé en figure 1, consiste à mesurer l'ionisation produite par les particules α en différents points de leur trajectoire. A cet effet on dispose, dans un cylindre en laiton, un disque A également en laiton relié à un électromètre E; en regard de A est une toile métallique très fine T reliée à l'un des pôles d'une batterie dont l'autre pôle est au sol. L'intervalle compris en A et T constitue la chambre d'ionisation. La toile métallique *t* sert à établir au-dessous de T un champ inverse qui empêche les ions produits à l'extérieur du condensateur d'y pénétrer par diffusion ou sous l'influence de courants d'air.

Il est important que le faisceau de rayons α arrive (à

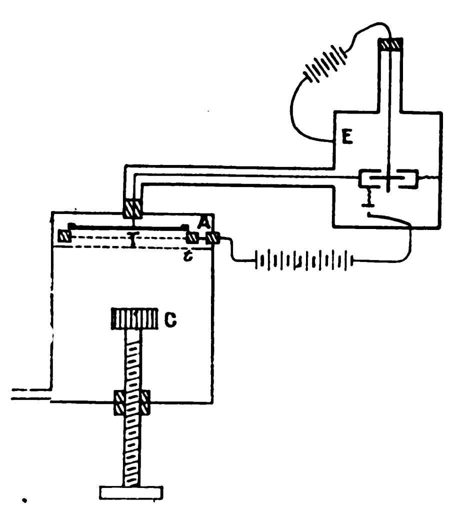


Fig. 1. — Schéma de l'appareil de Bragg pour la mesure du parcours des particules α dans l'air.

travers la toile métallique) dans une direction sensiblement normale au plan du condensateur; pour obtenir ce faisceau on canalise les particules α émises (dans toutes les directions) par une couche très mince de matière active, à l'aide d'une série de petits tubes C accolés les uns aux autres, qui suppriment les particules α lancées dans une direction trop oblique; on corrige d'ailleurs cet inconvénient en faisant le condensateur AT assez large pour que toutes les particules puissent toujours y pénétrer. Elle n'a aucune influence sur la détermination du parcours.

La toile métallique T supprimé simplement un certain nombre de particules et n'introduit pour les autres aucune absorption supplémentaire; si la couche de matière active employée est infiniment mince, tous les rayons qui arrivent dans la chambre d'ionisation AT ont subi la même absorption.

En faisant varier la distance de la substance radioactive (accompagnée de son faisceau de tubes) au condensateur, on pourra mesurer l'ionisation que produisent les particules α en différents points de leur trajectoire, et tracer la courbe d'ionisation de ces particules (courbe de Bragg).

La figure 2 représente une courbe analogue obtenue

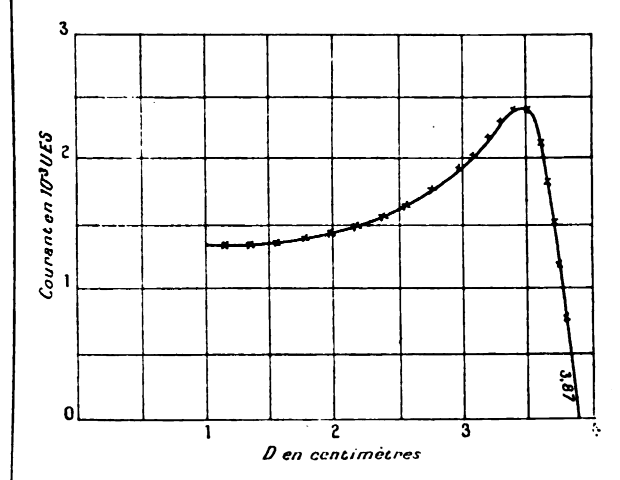


Fig. 2. — Courbe d'ionisation des particules α du polonium. Air 765 mm, 16° C. Condensateur de 1 mm d'épaisseur. D = distance de la lame active à la toile métallique.

par Marcel Moulin avec les rayons du polonium et qui représente le courant d'ionisation produit à différentes distances de la couche active (ces distances étant comptées entre la couche active et la toile métallique).

On voit que l'ionisation produite par les rayons α augmente d'abord à mesure qu'on s'éloigne de la substance, qu'elle passe par un maximum et diminue ensuite extrêmement vite jusqu'à zéro. La distance pour laquelle l'ionisation s'annule mesure le parcours des particules α; dans le cas de la figure, on trouve $a = 3,87$ cm. Cette distance est indépendante de l'épaisseur du condensateur AT, indépendante aussi de l'obliquité des rayons puisqu'elle correspond nécessairement aux rayons normaux.

(1) M. Moulin, *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XXI, 1910, p. 556.

Appareil de Alois F. Kovarik pour l'absorption des rayons β par l'air et l'anhydride carbonique sous pression (1). — Il est représenté en figure 3. La chambre d'ionisation AB a 2 mm de profondeur; elle est limitée, en haut par un disque circulaire en laiton A, de 7,4 cm de diamètre relié électriquement par J à l'une des paires de quadrants d'un électromètre, et en bas par une feuille d'aluminium B de 0,003 cm d'épaisseur reliée par K à l'un des pôles d'une batterie à haute tension dont l'autre pôle est au sol. Un autre anneau de garde situé dans le

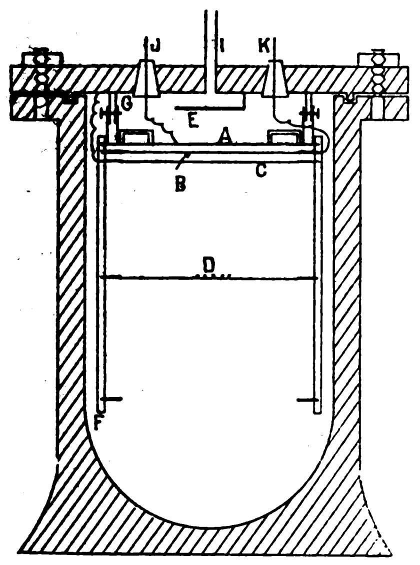


Fig. 3. — Appareil de F. Kovarik pour l'absorption des rayons β dans l'air et l'anhydride carbonique.

même plan que A permet d'avoir un champ uniforme dans la chambre d'ionisation et supporte en même temps le disque au moyen de cavaliers en ambroïde. La source des rayons β est placée en D suivant un axe perpendiculaire au milieu de A. Entre B et D est une autre feuille d'aluminium C de 0,0003 cm d'épaisseur qui joue le rôle de trappe comme la toile *t* de l'appareil de Bragg; elle est reliée au sol. Les feuilles B et C sont fixées à des rondelles en fer qui sont engagées dans des rainures pratiquées dans trois tiges F en ébonite. L'anneau de garde de A est supporté de la même manière. L'ensemble est rattaché au couvercle amovible de l'appareil au moyen de pinces à vis G. Le cylindre est à parois épaisses et mesure 18 cm en profondeur et 10 cm en diamètre. Le gaz sous pression pénètre par la tubulure I et rencontre l'écran E qui détruit son énergie cinétique. Un manomètre à air comprimé, constitué par un tube capillaire dans lequel se déplace un index de mercure de 5 cm de longueur, mesure la pression de l'air sec ou de l'anhydride carbonique du commerce employés. L'électromètre est du type Erikson-Dolezalek avec une sensibilité de 2500 mm par volt sur une échelle placée à 150 cm du miroir.

(1) A.-F. Kovarik, *Physical Review*, t. VI, décembre 1915, p. 420.

L'absorption se produit dans l'intervalle BD en tenant compte naturellement de l'épaisseur de l'armature B et de l'écran C. Comme les particules β sont facilement déviées de leur trajectoire et réfléchies en grande quantité par le laiton, quelques-unes pourraient atteindre la chambre d'ionisation après avoir effectué un parcours détourné, on empêche leur réflexion en garnissant l'intérieur du cylindre de papier.

La batterie qui charge B doit avoir au moins 2000 volts.

Appareil de R.-W. Varder pour l'absorption des rayons β homogènes (1). — Cet appareil est intéressant parce qu'il a conduit l'auteur à des conclusions contraires à celles de W. Wilson; celui-ci, en effet, a trouvé que l'absorption par la matière des rayons β homogènes a lieu suivant une loi qui est pratiquement linéaire, au moins pour l'aluminium, quand on opère par la méthode d'ionisation. Or ce fait est une pure coïncidence résultant de la compensation exacte des effets opposés de la dispersion et de la diminution de vitesse. La figure 4 donne le schéma

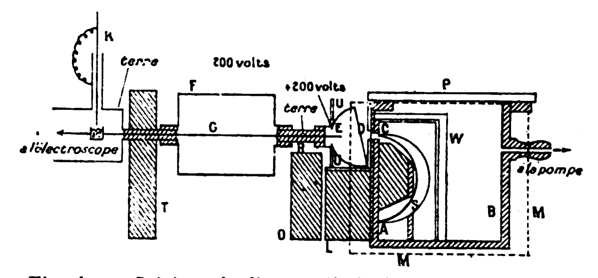


Fig. 4. — Schéma de l'appareil de R.-W. Varder pour l'absorption des rayons β homogènes.

de l'appareil. B est une boîte en laiton de 3 cm de côté et 10 cm de profondeur. Elle est placée entre les pièces polaires (17 × 10 cm) d'un puissant électro-aimant, figurées par les traits pointillés M. Les rayons issus d'un tube mince A rempli d'émanation de radium décrivent des cercles dans le champ magnétique et il est possible de concentrer en C un pinceau homogène de rayons β qui ont traversé la fente S. En C se trouve une deuxième fente rectangulaire de 1 cm × 2 mm recouverte d'un petit écran en mica D. La boîte est fermée par une plaque épaisse de verre P. Pour éviter la dispersion et la diminution d'intensité des radiations, on maintient dans la boîte un vide d'environ 2 cm de mercure; le pouvoir d'arrêt de la plaque de mica D correspond à une épaisseur de 2 cm d'air dans les conditions normales.

Dans ces conditions, on peut admettre qu'on dispose d'un pinceau de rayons β, pour lequel la valeur moyenne de $H\rho$ est facile à mesurer; H représente l'intensité du champ et ρ le rayon de courbure de la trajectoire que l'auteur a pris constant et égal à 3,19 cm. Les lectures ont été possibles jusqu'à $H\rho = 12000$ gauss : cm. Le bloc de plomb L protège la chambre d'ionisation contre

(1) R.-W. Varder, *Philosophical Magazine*, 6e série, t. XXIX, mai 1915, p. 724; *La Revue électrique*, t. XXV, 4 février 1916, p. 92.

l'action des rayons γ. A la suite de D on voit une chambre hémisphérique E constituée par de la toile de cuivre recouverte de feuille de clinquant et de tissu en papier; cette chambre est portée à + 200 volts, tandis que le cylindre de laiton F est chargé à — 200 volts. Une longue tige de cuivre G traverse le cylindre F, dont elle est isolée par des bouchons en ébonite; une de ses extrémités débouche dans E, l'autre vient au contact d'un électroscope Wilson-Kaye protégé par l'écran de plomb T. La clef K permet de mettre G à la terre; R est un anneau de garde. Le cadre en bois W que l'on voit dans la boîte est garni intérieurement de celluloïd afin de réduire au minimum l'action des rayons β réfléchis. Le rôle du cylindre F est de compenser partiellement l'ionisation produite en E par les rayons γ, ce que l'on réalise par une position convenable du bloc O. Les écrans en celluloïd U placés de part et d'autre de E servent aussi à empêcher la réflexion des rayons β.

Les milieux absorbants sont placés en avant de E. On observe le mouvement des feuilles de l'électroscope d'abord quand le courant est direct, puis quand il est renversé, c'est-à-dire quand il n'y a plus de rayons β concentrés en C. On obtient ainsi deux courbes, la première correspondant aux actions combinées des rayons β et γ, la deuxième correspondant à l'action des rayons γ seuls. En retranchant la seconde de la première, on obtient la courbe cherchée, où les ionisations sont exprimées en fonction des épaisseurs en grammes par centimètre carré.

L'auteur a établi pour l'aluminium une série de graphiques où l'on constate uniformément une chute très

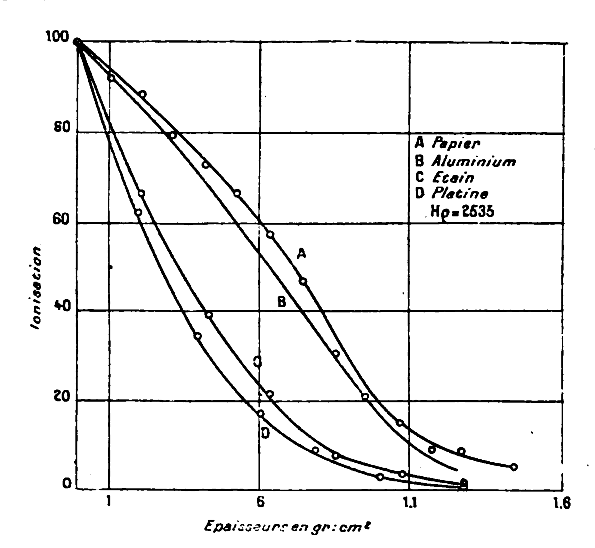


Fig. 5. — Courbes d'absorption des rayons β : A, papier; B, aluminium; C, étain; D, platine.

brusque pour les faibles épaisseurs, suivie d'une partie linéaire comme dans les expériences de W. Wilson. Or ce trajet linéaire ne serait qu'un effet du hasard résultant de la compensation exacte des actions opposées de la dispersion et de la diminution de vitesse. S'il n'y avait pas de dispersion ou de réflexion, il est probable que l'on obtiendrait des courbes ayant la forme générale des courbes d'ionisation de Bragg dont nous avons donné un spécimen ci-dessus.

En considérant l'allure des courbes d'absorption reproduites en figure 5 et où A se réfère au papier; B, à l'aluminium; C, à l'étain, et D, au platine pour un champ $H\rho = 2535$ gauss : cm, on peut dire que pour les substances, telles que le papier, qui ne contiennent que des éléments de poids atomiques faibles, l'effet de dispersion est moins intense que pour l'aluminium, de sorte que plus de rayons β en traverseront une épaisseur déterminée; aussi la courbe d'absorption correspondante présente une concavité tournée vers l'origine. Avec le platine et l'étain, dont les poids atomiques sont supérieurs à celui de l'aluminium, il y aura moins de rayons β pénétrants; il en résulte une courbe qui présente une convexité tournée vers l'origine. B. K.

PHOTOMÉTRIE.

Relation qui doit exister entre les solutions absorbantes employées en photométrie et la courbe de sensibilité rétinienne. — Rendement des sources lumineuses et équivalent mécanique de la lumière.

Les trois articles que nous avons consacrés (1) aux recherches de M. Thadée Peczalski sur l'équivalent mécanique de la lumière d'une lampe à incandescence constituent un ensemble très cohérent et très complet tant au point de vue théorique que pratique. Nous ferons, au sujet de ce travail, quelques remarques d'un intérêt général en ce qui concerne les solutions colorées et la définition précise de l'équivalent mécanique de la lumière, en nous inspirant des plus récentes découvertes des physiciens américains dont l'activité dans ce domaine a été couronnée d'excellents résultats.

Les solutions absorbantes. — Quand on emploie des solutions absorbantes pour la comparaison photométrique des sources de lumière hétérochromes ou pour des expériences analogues à celles de M. Peczalski, leur composition doit être telle qu'elles arrêtent toutes les radiations infra-rouges et ultraviolettes et « ne laissent passer de chaque radiation élémentaire du faisceau qu'une quantité proportionnelle à son activité sur la rétine ». En d'autres termes, la courbe de transparence de la solution doit présenter une forme identique à la courbe de sensibilité rétinienne ou courbe de visibilité, pour traduire l'expression que l'on retrouve le plus fréquemment sous la plume des auteurs de langue anglaise. Le maximum de cette courbe doit coïncider avec la longueur d'onde idéale de Langley, soit 0,54 μ. Nous indiquerons plus loin comment on peut tracer cette courbe; pour l'instant nous dirons que la solution normale satisfaisant aux conditions énoncées ci-dessus a été établie par Karrer, Ives, Coblentz et Kingsbury. Sa composition est : eau, 1 litre; chlorure cuivrique, 60 g; chromate de potassium.

(1) *La Revue électrique*, t. XXV, 28 janvier 1916, p. 50-54; 18 février 1916, p. 117-118; 2 juin 1916, p. 343-344.



1,9 g; sulfate double de cobalt et d'ammonium, 14,5 g; acide azotique de densité 1,05, 18 cm³. Cette solution est versée dans une cuve de 1 cm d'épaisseur; mais cette épaisseur est encore insuffisante pour éliminer toutes les radiations infra-rouges (étant donné que l'on explore le spectre de la lumière transmise avec un radiomicromètre), dont l'absorption n'est complète que si l'on accole à la première cuve une autre d'au moins 2 cm d'épaisseur contenant de l'eau pure.

La solution de chlorure de cuivre employée seule sous une épaisseur de 2 cm correspond à une concentration de 3 pour 100; M. W.-W. Coblentz a montré d'abord (*Bull. Bur. Standards*, 1912, n° 9, p. 110) que cette solution est insuffisante pour absorber tout l'infra-rouge; dans le *Journal of the Franklin Institute* de septembre 1915, p. 335, il publie les résultats de nouvelles expériences exécutées avec un dispostif spectro-radiométrique qui lui permettait d'atteindre une précision de 2 pour 30 000 et d'après lesquelles la solution serait encore plus transparente aux radiations rouges qu'on ne pouvait le prévoir; il y aurait un premier maximum de transparence, très accusé, vers 1,3 μ et un deuxième un peu plus faible vers 1,7 μ. Cette bande se retrouve également, plus intense, dans le faisceau de radiations qui a traversé une épaisseur d'eau pure de 1 cm; elle subsiste donc indépendamment de la matière colorante. Son absorption totale exige une épaisseur d'eau de 5 cm au moins.

Si nous appliquons ces considérations aux expériences de M. Peczalski, nous constatons que sa solution à 2 pour 100 seulement de chlorure de cuivre a dû laisser passer une partie non négligeable de rayons infra-rouges; par conséquent, dans sa première expérience, l'énergie W qu'il a fallu dépenser pour amener par dilatation le bain de N_1 à N_2 est trop forte, puisque certaines radiations calorifiques sont photométriquement inefficaces; d'après la formule qui exprime le rendement $\eta_1 = 1 - \frac{W''}{W}$, il est évident que nous trouvons pour celui-ci un nombre trop fort. Ce rendement est encore plus exagéré si l'on remplace la solution de chlorure de cuivre par de l'eau pure. Comme conséquence, les nombres donnés pour l'équivalent en watts de la bougie, soit 0,056 watt, ou du lumen, soit 0,0045 watt, ne peuvent d'ores et déjà être acceptés, sans subir une correction du fait de l'imperfection des solutions absorbantes utilisées.

Courbe théorique et expérimentale de la sensibilité rétinienne. — Le problème, d'ailleurs, doit être envisagé sous un point de vue plus pratique, car, ce qui nous importe, ce n'est pas le rendement en énergie rayonnée lumineuse, ou $E_1 = \int_0^{\lambda_1} \rho_\lambda \, d\lambda$, mais le rendement en énergie équivalant photométriquement à E_1 en lumière idéale, énergie qui a pour expression $E'_1 = \int_0^{\lambda_1} \rho_\lambda k_\lambda \, d\lambda$, où k_λ représente le coefficient de luminosité (ou efficacité relative) de la radiation λ. Si le lecteur veut bien se reporter au tableau 210 du *Recueil de Constantes physiques*, il verra que ce coefficient d'ordre physiologique est indiqué comme imparfaitement déterminé pour des radiations de colorations très différentes. Cependant, les dernières années écoulées, les physiciens américains, principalement Herbert E. Ives et P.-G. Nutting, ont apporté une contribution importante à la détermination expérimentale et théorique de la fonction k_λ, courbe de sensibilité rétinienne de l'œil moyen ou courbe de visibilité pour le spectre normal d'égale énergie. Pour la construction de cette courbe on procède de la manière suivante : on forme le spectre de la source considérée et on le partage en tranches d'égale intensité rayonnante, ce que l'on contrôle au moyen d'un radiomicromètre; on compare ensuite l'intensité lumineuse de chacune des tranches d'égale énergie à une lampe étalon au moyen d'un photomètre à papillottement qui est le seul instrument propre à la comparaison des lumières hétérochromes. On porte en abscisses les longueurs d'onde moyennes de chaque tranche et en ordonnées les intensités lumineuses correspondantes, en convenant de prendre l'ordonnée maximum égale à 1; cette ordonnée correspond, d'après Langley, à 0,54 μ ou, d'après d'autres auteurs, à 0,555 μ. Pour donner à cette courbe de référence tout le crédit possible, on prend la moyenne d'un grand nombre d'observations et d'un grand nombre d'observateurs. Les auteurs précités ont ainsi utilisé, séparément, jusqu'à 140 observateurs quelconques et les courbes qu'ils ont obtenues coïncident sensiblement dans toute leur étendue. Cependant M. Ives lui-même reconnaît que la courbe tracée par M. Nutting est plus précise que la sienne.

Parmi les essais qui ont eu pour but l'établissement d'une formule susceptible de calquer la courbe expérimentale, nous signalerons ceux de Nutting qui ont abouti à une formule discutée dans *La Revue électrique* du 15 janvier 1910, p. 17; plus récemment (*Philosophical Magazine*, février 1915, p. 305) ce même auteur a proposé la formule suivante

$$V = V_m R^a e^{a(1-R)},$$

pour la courbe de sensibilité rétinienne; dans laquelle $R = \frac{\lambda_{max}}{\lambda}$, $a = 181$ et V_m représente le rapport de la bougie ou du lumen au watt pour la longueur d'onde λ_{max} du maximum de visibilité, soit $\lambda_m = 0,555$ μ. Dans ce même article, il indique les différentes méthodes qui permettent de déterminer V_m pour la raie verte du mercure $\lambda_{max} = 0,5461$ μ.

Dans la *Physical Review* de février 1916, p. 161, M. E.-F. Kingsbury a fait ressortir que la formule de Nutting donne des valeurs trop faibles au-dessous de 0,48 μ et trop fortes au delà de 0,65 μ, mais que l'aire totale limitée par la courbe est sensiblement la même que celle de la courbe expérimentale; car elle gagne du côté du rouge ce qu'elle perd du côté du bleu. Mais il faut remarquer que la construction de la courbe de sensibilité rétinienne exige une précision beaucoup plus grande vers le rouge extrême, parce que, aux températures atteintes par la plupart des nos illuminants, la plus grande partie de leur énergie est localisée du côté du rouge et qu'en multipliant la courbe de visibilité par la courbe d'énergie, les erreurs se trouvent de cette façon considérablement amplifiées. D'après cet auteur la formule suivante repro-

duirait fidèlement la courbe expérimentale :

$$k_\lambda = 0{,}999(R_1 e^{1-R_1})^{200} + 0{,}04\ (R_2 e^{1-R_2})^{400} + 0{,}095(R_3 e^{1-R_3})^{1000},$$

où

$$R_1 = \frac{0{,}556}{\lambda}, \qquad R_2 = \frac{0{,}465}{\lambda}, \qquad R_3 = \frac{0{,}610}{\lambda},$$

et où λ varie de 0,4 à 0,7 μ.

Au lieu d'une solution étalon telle que celle dont nous avons donné la constitution, on peut employer un écran dont l'ouverture est découpée suivant la forme de la courbe de sensibilité rétinienne. Si l'on projette sur cet écran le spectre d'une source, il ne passera, pour chaque radiation, qu'une quantité d'énergie proportionnelle à sa capacité lumineuse. L'écran est monté sur un disque rotatif ou simplement constitué par une plaque fixe.

Application des solutions absorbantes ou des écrans sélecteurs à la photométrie physique. — De nombreuses tentatives ont été faites pour affranchir les mesures photométriques de l'intervention de l'œil humain; une amélioration dans ce sens serait surtout appréciable pour la comparaison des sources de lumière hétérochromes. L'agent sensible ou œil artificiel le plus souvent utilisé est un bolomètre ou un couple thermo-électrique dont la réceptivité est indépendante de la longueur d'onde et de l'intensité de la source lumineuse, mais il ne doit tomber sur l'appareil que la lumière dont la courbe spectrale est conforme à la courbe de sensibilité rétinienne, but qui est atteint par l'adjonction de solutions absorbantes ou d'écrans sélecteurs tels que nous les avons définis. L'ensemble de ces dispositifs constitue la photométrie physique dont le but est de rendre les mesures de lumière aussi simples que les mesures de puissance et d'exprimer les résultats dans le même système d'unités, c'est-à-dire en watts.

Le photomètre à lecture directe de Ch. Féry est précisément un photomètre physique pour la comparaison de sources de lumière différemment colorées et principalement de lampes à filament métallique. Il est décrit dans *La Revue électrique* du 15 janvier 1910, p. 20; il comprend un radiomicromètre de Boys à couple cuivre-constantan, donnant 500 mm de déviation sur une échelle placée à 2 m quand une des soudures reçoit une bougie-mètre, sans autre milieu interposé que l'air. Cet auteur employait comme filtre une solution d'acétate de cuivre sous une épaisseur de 4 cm, sans s'être assuré toutefois que la courbe de la lumière transmise coïncidait avec la courbe de sensibilité rétinienne.

Les dispositifs employés par les physiciens américains dérivent tous du même principe; ils ne diffèrent que par leur construction. Nous aurons l'occasion d'en décrire quelques-uns en détail.

Dans ces dernières années, l'activité des laboratoires des États-Unis s'est principalement orientée vers la détermination de l'équivalent mécanique de la lumière, c'est-à-dire la valeur du lumen en watt. La connaissance de cette grandeur fondamentale aura certainement une répercussion considérable sur toute la technique photométrique, puisqu'elle permettra d'exprimer le rendement d'une source lumineuse comme celui d'un récepteur quelconque en pour 100 de l'énergie totale dépensée. Nous avons déjà signalé les propositions faites dans ce sens par H.-E. Ives dans un article sur le rendement total des sources de lumière modernes, paru dans le numéro du 15 octobre 1915, p. 240 de *La Revue électrique.*

Détermination du rendement lumineux d'une source éclairante et de l'équivalent mécanique de la lumière. — Ce sujet a fait l'objet d'un grand nombre de travaux sous le vocable de « rendement lumineux » et « rendement en radiations ». Il y en a peu, cependant, qui méritent d'être retenus ou qui présentent quelque relation avec les autres grandeurs photométriques, parce que, dans la majorité des cas, on n'a pas tenu compte du fait que toutes les radiations ne sont pas également efficaces pour la production de la sensation lumineuse.

Par rendement en radiations lumineuses il faut entendre le rapport de l'énergie rayonnée lumineuse, estimée d'après son pouvoir excitateur, à l'énergie rayonnée totale. Cette définition du rendement η est traduite par l'expression

$$\eta = \frac{\int_0^\infty \rho_\lambda k_\lambda \,d\lambda}{\int_0^\infty \rho_\lambda \,d\lambda},$$

s'il s'agit du corps noir et

$$\eta = \frac{\int_0^\infty \rho_\lambda E_\lambda k_\lambda \,d\lambda}{\int_0^\infty \rho_\lambda E_\lambda \,d\lambda},$$

s'il s'agit d'un corps quelconque de pouvoir émissif E_λ.

Le terme k_λ représente, comme nous l'avons vu, la visibilité correspondant à la longueur d'onde λ; il se déduit de la courbe de sensibilité rétinienne de l'œil moyen que nous avons appris à construire.

M. E. Karrer indique, dans la *Physical Review* de mars 1915, p. 189 à 211, qu'il y a cinq méthodes susceptibles de donner la valeur de η pour une source de lumière :

1. On construit la courbe d'énergie, d'aire S, de cette source. Les ordonnées, qui représentent l'intensité du rayonnement pour chaque longueur d'onde, sont multipliées par les ordonnées, correspondantes de la courbe de sensibilité; les produits représentent individuellement l'énergie lumineuse afférente à chaque λ; alors avec eux comme ordonnées et les λ comme abscisses, on construit une nouvelle courbe, dont l'aire S' est alors proportionnelle à l'énergie rayonnée utile pour l'éclairage. Le rendement est $\eta = \frac{S'}{S}$.

2. Sur l'écran à ouverture calquée sur la courbe de sensibilité rétinienne, on projette le spectre de la source, de telle sorte qu'il ne passe de chaque radiation qu'une quantité proportionnelle à son pouvoir excitateur. Les radiations qui y ont passé sont concentrées sur

un radiomicromètre; on mesure de même l'énergie totale de la source sans l'écran. Le rapport des deux mesures donne le rendement cherché.

3. On procédera exactement de la même manière si l'on substitue à l'écran la solution normale dont la courbe de transmission est analogue à la courbe de sensibilité rétinienne de l'œil normal. C'est la méthode que semblent préférer les laboratoires américains à cause de la grande confiance que leur inspire la préparation actuelle des filtres absorbants.

4. Ives et Coblentz ont suggéré qu'il serait possible de construire des radiomètres photo-électriques dont la courbe de sensibilité serait analogue à la courbe de sensibilité rétinienne.

5. Les méthodes calorimétriques dont il existe beaucoup de variantes, en particulier celle de M. Th. Peczalski. On leur accorde peu de crédit.

Malgré l'intérêt que présente le rendement en radiations lumineuses, les ingénieurs attachent une importance plus grande au rendement total qui s'exprimerait très simplement si l'on connaissait exactement l'équivalent mécanique, c'est-à-dire la valeur du lumen en fonction du watt (voir *loc. cit.* : *La Revue électrique*, 15 octobre 1915, p. 240). Pour le déterminer il suffit d'exprimer le rayonnement

$$\int_0^\infty \rho_\lambda E_\lambda k_\lambda \, d\lambda,$$

en watts et la lumière, en lumens. Nous avons déjà fait allusion à quelques tentatives dans ce sens, qui, étant d'un caractère plutôt mathématique, ont donné un nombre trop faible pour la valeur de l'équivalent mécanique du lumen (voir *La Revue électrique* du 7 juillet dernier, p. 24 et 25).

Le nombre de watts correspondant à l'intégrale ci-dessus s'obtiendra plus facilement en mesurant en watts et lumens le faisceau lumineux qui a traversé la solution normale à courbe de sensibilité rétinienne; par cette méthode, Herbert E. Ives, W.-W. Coblentz et E.-F. Kingsbury (*Phyiscal Review*, mars 1915) ont trouvé d'abord que

$$1 \text{ lumen} = 0{,}00162 \text{ watt}.$$

mais comme la composition de leur solution absorbante ne répondait pas exactement aux spécifications de la solution étalon, ce nombre a dû être corrigé et aujourd'hui les auteurs américains admettent que

$$1 \text{ lumen} = 0{,}00159 \text{ watt}$$

ou

$$1 \text{ watt} = 691{,}8 \text{ lumens}.$$

Ce nombre est très voisin de celui obtenu par Buisson et Fabry en opérant avec une radiation monochromatique d'intensité connue, la raie verte du mercure égale à 0,5461 μ. Ils ont trouvé, en effet,

$$1 \text{ watt} = 690 \text{ lumens}$$

ou

$$1 \text{ watt} = 55 \text{ bougies internationales}.$$

La méthode de ces derniers auteurs, méthode qui ne diffère pas en principe des autres, a quelques avantages. Par exemple, l'intensité lumineuse de la radiation monochromatique, telle qu'on la mesure au photomètre, peut être corrigée en se servant d'une courbe de sensibilité rétinienne quelconque, indépendante de l'auteur. Si l'on a soin, d'autre part, de choisir cette raie aussi près que possible du maximum de sensibilité, on élimine l'erreur qui provient de l'incertitude aux extrémités de la courbe de sensibilité; il y a, en effet, un accord remarquable sur la position du maximum.

Comme inconvénients, cette méthode est entachée de tous ceux inhérents à la photométrie des lumières colorées, qui exige toujours des précautions spéciales, tandis que dans les procédés décrits plus haut la photométrie de lumières colorées n'intervient que pour la construction de la courbe de sensibilité, la source elle-même pouvant toujours être ramenée à avoir une coloration comparable à celle de l'étalon [1].

Nous croyons avoir suffisamment établi, dans ces quelques lignes, l'état actuel du problème de la détermination de l'équivalent mécanique de la lumière. Comme il nous serait impossible, même seulement de résumer tous les articles parus sur ce sujet, nous en donnons un index bibliographique aussi complet que nous le permettent les originaux mis à notre disposition :

Bibliographie. — Dans les *Transactions of the Illuminating Engineering Society :*

Essais de photométrie hétorochrome avec des solutions absorbantes, Herbert E. Ives et Edwin F. Kingsbury, t. IX, 1914, n° 8, p. 795.

Photométrie physique, H.-E. Ives, t. X, 1915, n° 1, p. 101.

Choix d'un groupe d'observateurs pour la photmétrie hétérochrome, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. X, 1915, n° 3, p. 203.

Essais complémentaires de photométrie hétérochrome avec des solutions absorbantes, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. X, 1915, n° 3, p. 253.

Correction de la vision colorée anormale et son application au photomètre à papillotement, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. X, 1915, n° 3, p. 259.

Application de la méthode indiquée par Crova pour la photométrie des lumières colorées aux lampes à incandescence modernes, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. X, 1915, n° 8, p. 716.

Dans le *Journal of the Franklin Institute :*

Liquides colorés étalons, H.-V. Amy et C.-H. Ring, t. CLXXX, août 1915, n° 2, p. 199.

Adaptation d'un photomètre à papillotement à un photomètre Lummer-Brodhun, E.-F. Kingsbury, t. CLXXX, août 1915, n° 2, p. 215.

[1] La lampe employée par H. Buisson et Ch. Fabry était une lampe Heræus, dont les raies pouvaient être isolées les unes des autres par des absorbants qui l'affaiblissent peu et d'une quantité d'ailleurs connue. Les mesures photométriques étaient faites avec un photomètre Lummer, au lieu d'un photomètre à scintillement, en prenant comme étalon une lampe Hefner.

Théorie et application du photomètre physique, W.-W. Coblentz, t. CLXXX, septembre 1915, n° 3, p. 335.

La photométrie réalisée par des moyens physiques, H.-E. Ives, t. CLXXX, octobre 1915, n° 4, p. 409.

Théorie de quelques écrans absorbants neutres, E.-F. Kingsbury, t. CLXXXI, mars 1916, n° 3, p. 369.

Dans la *Physical Review :*

Méthode pour déterminer le rendement en radiations lumineuses d'une source éclairante par l'emploi de solutions dont la courbe de transmission est identique à la courbe de sensibilité de l'œil moyen, Enoch Karrer, t. V, mars 1915, n° 3, p. 189.

L'équivalent mécanique de la lumière, H.-E. Ives, W.-W. Coblentz et E.-F. Kingsbury, t. V, avril 1915, n° 4, p. 269.

Photométrie physique au moyen d'un œil artificiel constitué par un couple thermo-électrique, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. VI, novembre 1915, n° 5, p. 319.

Un œil artificiel de précision, H.-E. Ives, t. VI, novembre 1915, n° 5, p. 334.

Équation de la courbe de sensibilité rétinienne. Applications, E.-F. Kingsbury, t. VII, février 1916, n° 2, p. 161.

Dans le *Philosophical Magazine :*

Théorie du photomètre à papillotement, H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury, t. XXVIII, novembre 1914, p. 708; t. XXXI, avril 1916, p. 290.

Sur la perception limite des signaux lumineux produits par des faisceaux tournants de faible divergence, et sur un appareil permettant de comparer des éclats de lumière brefs donnant même quantité d'éclairement en des temps différents; André Blondel (*C. R. Acad. des Sc.*, 17 avril 1916, p. 587-592, et *Lumière électrique*, 15 juillet 1916, p. 54-62). — On sait que la sensation limite qui détermine la portée de perception d'une lumière brève dépend à la fois de l'éclairement reçu sur l'œil (éclairement que l'auteur suppose constant pendant l'impression, pour simplifier) et de la durée t de l'impression. [Pour l'historique, A. Blondel et J. Rey, *Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée* (*Comptes rendus*, t. CLIII, 3 juillet 1911, p. 54) et un Mémoire plus détaillé (*Journal de Physique*, juillet-août 1911)]. — M. Charpentier (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. II, 1887, p. 5) a constaté, dans certaines circonstances, que la sensation va en augmentant jusqu'à une durée limite d'addition t_l variant de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde; M. Mac Dougall (*Journal of Psychology*, vol. I, part. 2, 2 june 1904) a trouvé $t_l = 0{,}20$ de seconde, et M. Ribière (*Phares et signaux maritimes*, p. 15) a fait voir que, pour les lumières faibles, la sensation continue même à augmenter pendant 1,78 seconde sans atteindre celle du même feu vu à l'état permanent. Le principe de l'addition de la sensation lumineuse brève et l'existence d'une certaine durée limite étant établis, M. Blondel a montré [*Sur les signaux éclairs et la perception physiologique des éclats instantanés* (*Proc. of international maritime Congress*, Londres, 1893, p. 39)] qu'on ne peut rien en conclure d'absolu contre l'emploi des sources de faible diamètre, même en admettant la loi de sensation de Bloch, qui est la moins favorable. Cependant, par l'effet du phénomène psychologique dit *association d'idées*, la plupart des spécialistes étrangers estiment inutilisable toute source de lumière, dont la divergence naturelle n'est pas suffisante pour donner dans un appareil optique tournant un éclat d'au moins 0,2 à 0,3 seconde. Suivant M. Blondel, ces spécialistes commettent une confusion entre deux problèmes différents et négligent aussi le fait que si deux sources de lumière produisant le même flux lumineux donnent des divergences différentes, celle qui aura le plus petit diamètre aura forcément une brillance (intensité surfacique) plus grande, capable de compenser, et au delà, la réduction de la durée de son action sur l'œil. C'est ce que l'auteur démontre dans la communication qui nous occupe. Les résultats de cette démonstration ont d'ailleurs été confirmés par des expériences de laboratoire entreprises par M. Blondel au commencement de 1914 et des essais en plein air effectués plus tard par M. Jean Rey.

Comparaison, au point de vue de la portée, des signaux lumineux brefs produits, au moyen d'un appareil rotatif, par des sources de lumière donnant des durées d'impression différentes. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé; André Blondel et J. Rey (*C. R. Acad. des Sc.*, 5 juin 1916, p. 861-867). — MM. Blondel et Rey ont établi, il y a quelques années, la loi qui détermine la portée des lumières brèves (*Comptes rendus* t. CLIII, 1911, p. 54 et *Journal de Physique*, juillet-août 1911). Cette loi n'est pas une loi de sensation, mais une loi régissant les quantités d'éclairement (produits de l'éclairement E par sa durée t) nécessaires pour obtenir le seuil de la sensation visuelle d'un point lumineux. Elle peut s'écrire sous la formule suivante :

$$Et = E_0 t + K \quad (E_0 \text{ et } K \text{ étant des constantes}).$$

Les auteurs ont entrepris une série d'expériences pour montrer qu'à flux égal (Et constant) les signaux les plus longs sont les plus efficaces. Les unes ont été faites en laboratoire (méthode de M. A. Blondel) et les autres furent exécutées en plein air, au moyen d'appareils industriels (méthode de M. Jean Rey). Les auteurs donnent le détail de ces expériences, qui ont permis les conclusions suivantes. — L'utilisation d'une source de lumière pour la production d'éclats lumineux se succédant à intervalles fixés d'avance et produits par la rotation d'un appareil optique est d'autant meilleure que les éclats sont plus courts; il y a intérêt à descendre autant que possible jusqu'à $\frac{1}{10}$ de seconde, sinon au-dessous; la majoration de l'intensité apparente obtenue peut être considérable. — L'utilisation des filaments à incandescence électrique permet de réaliser des éclats extrêmement brefs. Si l'on emploie des filaments très longs, on peut augmenter ainsi à portée égale la divergence dans le sens vertical, ce qui est un bénéfice net fort utile pour les appareils signalisateurs destinés à la navigation aérienne. — Si, au contraire, on limite les faisceaux juste à la faible divergence verticale suffisante pour balayer l'horizon, on peut disposer côte à côte plusieurs filaments, tout en réalisant une source beaucoup plus concentrée que les sources à incandescence par le pétrole. Comme, d'autre part, les filaments de tungstène incandescents dans l'azote réalisent des intensités surfaciques beaucoup plus élevées et avec une dépense de 0,6 watt environ par bougie (mesurées perpendiculairement à l'axe des filaments), on peut théoriquement obtenir des signaux de portée beaucoup plus grande, à égale consommation de pétrole, en utilisant ce pétrole dans un moteur actionnant une dynamo qui porte à incandescence le filament, qu'en le vaporisant dans une lampe à manchon incandescent par la vapeur de pétrole.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêté fixant le prix des déchets d'aluminium.

Le Ministre de la Guerre,

Vu la loi du 23 juillet 1911 et le décret du 2 août 1914;

Vu l'avis exprimé par la Commission spéciale de réquisition des déchets d'aluminium, réunie à Paris le 12 juillet 1916, et constituée conformément aux dispositions du décret précité,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des déchets d'aluminium qui sont réquisitionnés en vertu de la décision du 10 juin 1916, seront fixés comme suit :

Première catégorie. — Rognures provenant de métal pur, par exemple, sous forme de chutes, bandes, planches, conducteurs électriques, etc. Prix de réquisition : 3,25 fr le kilo.

Deuxième catégorie. — Déchets d'aluminium ne contenant pas plus de 10 pour 100 de métaux alliés, tels que débris de carters ou toutes autres pièces de fonderie. Prix de réquisition : 2,75 fr le kilo.

Troisième catégorie. — Déchets d'aluminium pur ou impur, sous forme de tournures, limailles ou frisons. Prix de réquisition : 1,50 fr le kilo.

Ces prix sont des maxima et s'entendent pour déchets contenant moins de 5 pour 100 de matières étrangères, et livrés dans les conditions suivantes :

Paris. — Pour tous lots de déchets inférieurs à 200 kg, les industriels ou commerçants réquisitionnés devront livrer ces déchets dans un dépôt qui sera fixé ultérieurement.

Pour tous lots supérieurs à 200 kg, le métal sera pris à domicile.

Province. — Les expéditions devront être faites par les soins des industriels ou commerçants réquisitionnés, en port dû, à l'adresse du transformateur des matières, qui sera également fixée ultérieurement.

ART. 2. — La Direction des forges est chargée de l'exécution du présent arrêté. Des circulaires administratives émanant de ce service feront connaître les conditions dans lesquelles il sera procédé à ladite réquisition.

Fait à Paris, le 18 juillet 1916.

Pour le Ministre de la Guerre et par délégation :

Le Sous-Secrétaire d'État de l'Artillerie et des Munitions,

Albert THOMAS.

(*Journal officiel,* 11 août 1916.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Énergie électrique du Littoral méditerranéen. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 10 juin 1916, nous extrayons ce qui suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'études	1 »
Mobilier et outillage	1 »
Dépenses d'installations	74 590 144,46
Forces motrices des Alpes-Maritimes	3 623 510,30
Haute-Durance et Nartuby	4 201 130,80
Portefeuille	2 313 723 »
Matériel en location	233 055,36
Approvisionnements	1 394 287,19
Caisses et comptes courants	1 052 509,70
Factures à recouvrer	1 187 204,90
Débiteurs divers	754 656,69
Impôts sur titres à recouvrer	110 691,48
Comptes d'ordre et divers	48 263,61
Total	89 509 181,49

Passif.

	fr
Capital	38 000 000 »
Obligations	35 244 877,85
Réserve légale	505 274,56
Fonds d'amortissement du capital	508 000 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	2 138 642,80
Provision pour dépenses exceptionnelles	1 000 00 »
Régularisation des frais de production de vapeur	1 025 365,25
Provision pour exercice 1916	450 000 »
Fournisseurs et entrepreneurs	2 454 598,83
Créditeurs divers	2 553 703,67
Cautionnements et avances de clients	73 710,60
Travaux et installations à régler par annuités	2 339 136,88
Coupons à payer et obligations à rembourser :	
Coupons échus et obligations à rembourser	360 123,93
Coupons échéant le 1er janvier 1916	856 275 »
Comptes d'ordre et divers	96 163,09
Profits et Pertes	1 903 309,03
Total	89 509 181,49

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION.

Débit.

	fr
Dépenses d'exploitation	4 536 944,75
Produits d'exploitation	4 024 275,78
Total	8 561 220,53

Crédit.

Recettes d'exploitation	8 561 220,53

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Débit.

	fr
Frais généraux d'administration	45 401,35
Abonnement au timbre des actions	34 200 »
A reporter	79 601,35



	fr
Report	79 601,35
Abonnement au timbre des obligations	34 991,56
Intérêts des obligations	1 716 537,50
Amortissement de 724 obligations	362 000 »
Amortissement sur mobilier et outillage	19 373,39
Amortissement sur matériel en location	25 895,04
Affectation au compte de régularisation des frais de production de vapeur	350 000 »
Balance	1 903 309,03
Total	4 491 707,87

Crédit.

Produit d'exploitation	4 024 275,78
Solde du Compte intérêts et divers	39 764,75
Report de l'exercice 1914	427 667,34
Total	4 491 707,87

L'Assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui des Commissaires, ainsi que les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1915, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés. Elle arrête, en conséquence, à la somme de 1 903 309,03 fr le solde créditeur du compte de Profits et Pertes.

L'Assemblée générale, adoptant la répartition des bénéfices et les diverses attributions proposées par le Conseil d'administration, approuve le report à l'année 1916, avec la même affectation, de la provision spéciale de 450 000 fr qui avait été constituée pour 1915, fixe à 20 fr par action le dividende de l'exercice 1916 et à 235526,95 fr le report à nouveau.

Le dividende de 20 fr sera mis en paiement à partir du 31 juillet prochain, sous déduction des impôts établis par les lois de finances contre remise du coupon n° 11.

Compagnie parisienne de distribution d'électricité. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1916, nous extrayons ce qui suit :

Bilan au 31 décembre 1915.

Actif.

	fr
Caisses et banquiers	10 977 287 »
Valeurs en portefeuille	8 085 615,95
Cautionnement	2 031 296,10
Approvisionnement	2 115 970,77
Comptes débiteurs	11 542 904,87
Dépenses de premier établissement	189 552 447,53
Transformation de l'éclairage public	741 295,24
Mobilier et installations	1 499 125,51
Prime de remboursement des obligations	1 915 051,65
Total	228 460 994,62

Passif.

Capital social	100 000 000 »
Obligations	95 623 000 »
Réserve légale	284 858,19
Compte d'amortissement	8 841 134,04
Comptes créditeurs	18 286 781,09
Profits et Pertes :	
Report de l'exercice 1914	1 412 305,55
Solde de l'exercice 1915	4 012 915,75
	228 460 994,62

Compte de Profits et Pertes.

Doit.

Intérêts des obligations	4 000 481,25
Compte d'amortissement	4 507 833,04
Solde bénéficiaire de l'exercice	4 012 915,75
Total	12 521 230,04

Avoir.

Produits nets de l'exploitation	11 659 180,37
Intérêts et divers	862 049,67
Total	12 521 230,04

L'Assemblée générale, après avoir entendu la lecture des rapports du Conseil d'administration et du Commissaire des Comptes a approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1915, tels qu'ils ont été établis et présentés.

L'Assemblée générale a décidé que sur le solde bénficiaire montant, y compris le report de l'exercice 1914, à 5 425 221,30

il sera prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale	200 645,78	
l'intérêt à 4 pour 100 du capital actions	4 000 000 »	
		4 200 645,78
et que le solde de		1 224 575,52

sera reporté à nouveau.

Le dividende de 10 fr par action sera mis en paiement, à partir du 6 juillet 1916, à raison de 9,60 fr par action nominative et 8,01 fr par action au porteur contre remise du coupon n° 8.

INFORMATIONS DIVERSES.

Chaudière à vapeur à foyer électrique pour utiliser l'excédent d'énergie des usines hydro-électriques (*Génie civil*, 27 mai 1916, p. 353-354). — Beaucoup d'usines génératrices hydrauliques sont doublées d'une usine à vapeur ne fonctionnant qu'aux moments des pointes de consommation ou en cas d'accident à l'usine hydraulique. Aussi a-t-on songé à utiliser les excédents d'énergie de cette dernière au chauffage des chaudières de l'usine de secours. Un essai de ce genre a été fait à l'usine à vapeur de Letter qui alimente Zurich, où l'on a installé trois chaudières chauffées électriquement. Ces chaudières fournissent par jour 5630 kg de vapeur à une pression variable de 4 à 7 atm, en dépensant 7392 kw-h, soit une consommation de 1,31 kw-h par kilogramme de vapeur, économisant ainsi environ 750 kg de charbon par jour. Les éléments de chauffage sont constitués par des résistances en fonte placées sur un châssis que l'on fait glisser dans le foyer de la chaudière, au-dessus de la grille. La température maximum de ces éléments est inférieure à 600°.

La conférence interparlementaire des Alliés et les brevets d'invention (*Industrie électrique*, 10 avril 1916, p. 281). — La question des brevets d'invention a fait l'objet de longs débats au cours des séances de la Commission interparlementaire réunie à Paris il y a quelques semaines. Il y fut question de créer un office international de brevets, de substituer à la formule discréditée S. G. D. G. des formules plus dignes de considération et plus efficacement protectrices pour l'inventeur, pour le public et pour le pays. La conclusion des débats de la conférence sur les brevets d'invention a été la création d'une sous-commission chargée de présenter un rapport sur ces questions à la Conférence qui se tiendra à Rome en octobre prochain.

Tome XXVI. **N° 306. — 15 septembre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Pour certaines applications d'ordre militaire il serait utile de trouver une source d'électricité puissante et commodément transportable. Les piles à liquide immobilisé ou piles sèches satisfont à cette dernière condition, mais non à la première; un accumulateur dont le liquide serait immobilisé posséderait peut-être les deux qualités réunies. C'est en cherchant dans cette voie la solution du problème que M. Ch. Féry s'est trouvé amené à reprendre l'étude de **la théorie de l'accumulateur au plomb**.

Les résultats de cette étude ont été relatés dans une communication récente à la Société française de Physique qui a été reproduite dans le numéro du 2 juin de *La Revue électrique;* d'après ces résultats la matière active de l'électrode positive d'un accumulateur au plomb serait un oxyde supérieur du plomb; plus riche en oxygène que PbO^2, et se transformant en PbO^2 pendant la décharge, sans qu'il y ait sulfatation.

Cette explication du fonctionnement de l'accumulateur au plomb, contraire à la théorie de la double sulfatation généralement admise aujourd'hui, est confirmée par des essais faits par M. Limb il y a quelques années et communiqués par lui à la séance du 7 juillet dernier de la Société française de Physique. Comme on le verra par la note que nous publions à ce propos, pages 164-165 de ce numéro, la seule divergence entre MM. Féry et Limb réside dans la constitution chimique du composé oxygéné qui est réduit pendant la décharge : tandis que M. Féry indique la formule Pb^3O^7, M. Limb considère la formule Pb^4O^9 comme plus en accord avec les faits expérimentaux.

On trouvera pages 169 à 180 la seconde partie du rapport de la Commission suisse chargée de l'étude sur **les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie**, étude qui, comme on le verra, a conduit à diverses conclusions pratiques qui sont exposées principalement pages 174 à 180.

L'une de ces conclusions est que, pour une même puissance coupée, la quantité d'énergie dépensée dans l'interrupteur (travail de rupture) dépend beaucoup du déphasage entre le courant et la tension à vide et croît notablement avec ce déphasage; il s'ensuit que, pour diminuer les chances d'accidents pouvant résulter du fonctionnement des interrupteurs, il faut non seulement réduire la puissance maximum qu'il pourra avoir à couper, mais encore et surtout réduire le déphasage dont il vient d'être question; il ne faut donc pas adjoindre aux interrupteurs des réactances auxiliaires comme l'ont préconisé les Américains.

Parmi les autres conclusions signalons les suivantes : le meilleur métal pour les pare-étincelles est le cuivre; une augmentation de la vitesse de déclenchement au delà de la vitesse adoptée dans les interrupteurs modernes n'a pas grande influence; la rupture multiple est à recommander; dans l'huile sous pression le travail de rupture est plus grand que dans l'huile à la pression atmosphérique et croît rapidement avec la pression, etc.

Signalons aussi à l'attention des intéressés la partie du rapport où se trouve étudiée la combinaison de l'interrupteur à huile avec une résistance ou une réactance auxiliaire.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-huitième Bulletin bimensuel de 1916.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.
Téléphone : Wagram 07-59.

Dix-huitième Bulletin bimensuel de 1916.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);
16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911, sur l'application de la loi du 15 juin 1906;
17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;
18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.



Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation, Réglementation. — Avis aux exportateurs, p. 191. — Avis aux importateurs : Licences pour l'importation en France de marchandises dont l'entrée est prohibée, p. 191. — Avis aux importateurs de diamants taillés et de pierres fines taillées pour l'orfèvrerie, la joaillerie et la bijouterie, p. 191.

Sociétés, Bilans. — Société d'Électricité de Caen, p. 191.

Chronique financière et commerciale. — Offres et demandes d'emplois, p. XXIX.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

DIX-HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des Usines d'électricité, p. 163. — Compte rendu bibliographique, p. 163. — Bibliographie, p. 163. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 163.

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Membres actifs.

MM.

BOUTON (Georges), administrateur directeur de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien, rue Floréal, Les Lilas (Seine), présenté par MM. Bizet et Javal.

FERRON (Henry), directeur de la Station électrique de Cherbourg (Manche), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

VOIRIN (veuve Lucien), concessionnaire de l'éclairage électrique de Baume-les-Dames (Doubs), présentée par MM. Charne et Bizet.

Membres correspondants.

COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE, 94, rue Saint-Lazare, Paris, présentée par MM. Bizet et Fontaine.

DELPEYROU (Denis), mécanicien électricien, usine électrique de Bel-Air, Dakar, présenté par MM. Bizet et Fontaine.

RIGNOUX (Georges-Pierre-Édouard), électricien, 51, rue du Palais, La Rochelle, présenté par MM. Rodier et Paré.

ROBERTI (Georges), électricien, 78, Grande Rue, Bourg-la-Reine (Seine), présenté par MM. Leconte et Fontaine.

Usine.

Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien, rue Floréal, Les Lilas (Seine).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension).

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés, et circulaires pour l'application de cette loi;

13° Modèle de police d'abonnement;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition);

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation, Réglementation. — Avis aux exportateurs, p. 191. — Avis aux importateurs : Licences pour l'importation en France de marchandises dont l'entrée est prohibée, p. 191. — Avis aux importateurs de diamants taillés et de pierres fines taillées pour l'orfèvrerie, la joaillerie et la bijouterie, p. 191.

Sociétés, Bilans. — Société d'Électricité de Caen, p. 191.

Chronique financière et commerciale. — Demandes d'emplois, p. XXIX.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

ACCUMULATEURS.

La théorie de l'accumulateur au plomb.

Dans le numéro du 2 juin dernier, nous avons reproduit, pages 331-332, une communication faite sur ce sujet à la Société française de Physique par M. Ch. Féry et d'après laquelle, d'une part la matière active des plaques positives serait, non pas $Pb O^2$, mais un oxyde supérieur $Pb^3 O^7$, d'autre part la théorie de la double sulfatation à la décharge doit être rejetée.

A la séance du 7 juillet de la Société française de Physique, M. Ch. Limb a présenté quelques remarques qui, tout en confirmant les conclusions de M. Féry dans ce qu'elles ont d'essentiel, laissent un doute sur la composition de la matière active, les résultats des essais de M. Limb paraissant conduire, pour la formule de cette matière, à $Pb^4 O^9$ au lieu de la formule $Pb^3 O^7$ indiquée par M. Féry. En raison de l'importance de ces remarques au point de vue de la théorie classique de la décharge des accumulateurs, nous les reproduisons intégralement ci-dessous.

Ayant eu l'occasion il y a quelques années, dit M. Limb, de m'occuper de la fabrication des accumulateurs à oxydes rapportés, j'avais fait, entre autres, l'expérience suivante. On avait empâté des positives : les premières uniquement avec de la litharge, et de l'eau acidulée sulfurique qui fait prise, comme on sait, par suite de la formation d'un peu de sulfate de plomb qui retient l'excès de litharge non sulfaté; les deuxièmes, avec du minium pur, mélangé d'un peu de litharge, juste assez pour obtenir la prise par l'acide étendu; les troisièmes enfin, avec une pâte formée d'oxyde puce pur, mélangé également avec la quantité de litharge juste nécessaire pour faire prise avec l'acide. Toutes ces positives avaient été montées chacune avec une négative ordinaire déjà formée.

Avant toute charge, j'avais remarqué que la force électromotrice des premiers éléments était presque nulle, légèrement négative même, celle des éléments au minium un peu plus élevée, mais encore bien faible; quant à celle des éléments à l'oxyde puce, quoique plus élevée que celle des éléments au minium, elle était loin des 2 volts environ que donnent les accumulateurs chargés, dont les positives sont noires. Mes souvenirs ne me permettent pas de fixer des chiffres exacts.

Après avoir chargé tous les éléments en tension, j'avais observé que la force électromotrice, à la décharge, tombait rapidement pour les premiers éléments à la litharge, moins vite pour ceux au minium, moins vite encore pour ceux à l'oxyde puce. Cela n'avait rien d'étonnant. Au bout d'une quinzaine de jours de charges et de décharges, tous les éléments étaient à peu près égaux en capacité.

Sans procéder à aucune analyse chimique, j'en avais conclu que les accumulateurs formés et chargés devaient leur voltage élevé à un peroxyde plus oxygéné que l'oxyde puce, considéré alors comme le plus oxygéné des oxydes de plomb.

On pourrait aussi se demander si, au lieu d'un simple peroxyde, il ne se formerait pas une combinaison de $Pb O^2$ et d'eau oxygénée, analogue au pseudo-acide perchromique de Barreswill.

En ce qui concerne la composition assignée par MM. Féry et Fournier à ce peroxyde électrolytique $Pb^3 O^7$, il serait intéressant de connaître le procédé analytique qu'ils ont employé, et les chiffres obtenus.

M. Féry rappelle que MM. Tennen et Hollard ont indiqué récemment que le dosage électrolytique du plomb, en solution azotique, à la positive sous forme de peroxyde, conduit au rapport $Pb : Pb O^x$ égale 0,852 correspondant à $Pb^3 O^7$. Là il y a une erreur.

Le poids atomique de l'oxygène étant pris arbitrairement égal à 16, si l'on adopte 206,9 pour celui du plomb, on trouve que le rapport : pour $Pb O^2$ est égal à 0,8661; pour $Pb^3 O^7$ est égal à 0,8471; pour $Pb^4 O^9$ est égal à 0,8518.

Le rapport trouvé expérimentalement par MM. Tennen et Hollard correspond donc à cette dernière formule.

Avant d'adresser cette note, j'ai tenu à faire une expérience. Voici les chiffres que j'ai obtenus :

Poids de l'échantillon de plomb qualifié pur : 0,4978 g.

Poids de $Pb O^x$ recueilli dans le creuset-anode de l'appareil de Riche, séché à 100° : 0,5839 g.

La cathode avait très légèrement augmenté de poids (0,0007 g), sans doute une trace d'argent contenue dans le plomb. Cette quantité est donc à déduire du poids de plomb, ce qui donne net pour celui-ci :

$$0,478 - 0,0007 = 0,4971 \text{ g.}$$

Le rapport

$$0,4971 : 0,5839 = 0,8513$$

correspond donc bien à $Pb^4 O^9$.

La matière active obtenue par formation Planté, en solution sulfurique, correspond-elle à $Pb^4 O^9$ ou à $Pb^3 O^7$, comme le croit M. Féry ? C'est ce que l'on pourrait savoir, d'après les chiffres trouvés expérimentalement par notre collègue.

Le minium est un oxyde salin formé par la combinaison du protoxyde et de l'acide plombique :

$$Pb^3 O^4 = 2 Pb O, Pb O^2.$$

L'oxyde $Pb^4 O^9$ serait peut-être aussi un oxyde salin, mais qui correspondrait à la formule $2 Pb O, Pb^2 O^7$. Il y aurait intérêt à entreprendre des expériences dans le but d'isoler cet acide perplombique $Pb^2 O^7$, ou tout au moins préparer ses sels. Il serait l'analogue de l'acide permanganique $Mn^2 O^7$.

En réponse à ces remarques M. Ch. Féry a fait savoir qu'il est arrivé à la formule de constitution $Pb^3 O^7$ à la



suite de cinq analyses faites par deux méthodes différentes (dosage volumétrique par le permanganate et réduction par l'hydrogène) dont le détail sera donné prochainement dans le *Journal de Physique*.

Toutefois, ajoute-t-il, la grande altérabilité de la matière active positive, *qui perd spontanément son oxygène à l'air*, ne permet pas d'affirmer avec certitude quelle est la constitution vraie de ce corps au moment où il prend naissance dans l'accumulateur pendant la charge.

Comme certains chimistes le prétendent, ce composé est peut-être formé d'une combinaison de PbO^2 et d'eau oxygénée :

$$3\,PbO^2,\ H^2O^2 = Pb^3O^7,\ H^2O.$$

L'expérience suivante que M. Féry a réalisée donnerait quelque créance à cette manière de voir : Ayant monté un élément (PbO^2 platine dans un vase poreux, et zinc amalgamé), la tension a été trouvée, comme il l'a dit, être de 0,7 volt. Ayant alors ajouté de l'eau oxygénée dans le vase poreux, cette tension a pris la valeur 2,4 volts, correspondant, comme on le sait, au couple peroxyde de plomb électrolytique-zinc.

Cet élément a pu fournir une courte décharge; faut-il supposer qu'il a pris naissance à $Pb^3O^8H^2$ ou que PbO^2 sert de catalyseur entre l'eau oxygénée et l'électrode de platine ? C'est une question à laquelle l'analyse chimique paraît impuissante à fournir une réponse. On sait, d'autre part, que la présence de l'eau oxygénée, ainsi d'ailleurs que celle de l'acide persulfurique, a été signalée en fin de charge dans les éléments au plomb. La présence de ces agents très oxydants rend admissible et même probable *a priori* l'existence d'un peroxyde de plomb plus oxygéné que PbO^2; certains auteurs ont même conclu à la formation de Pb^2O^5 ou d'une combinaison de ce corps avec H^2O^2.

En tout cas les constantes physiques trouvées par M. Féry (résistivité, tension, couleur), ne laissent aucune hésitation pour affirmer que la matière positive bien chargée ***n'est pas du bioxyde de plomb.***

MOTEURS THERMIQUES.

Utilisation de la chaleur perdue dans les moteurs à combustion interne.

Malgré le haut rendement thermique des moteurs à combustion interne, il n'y en a pas moins une forte proportion de la chaleur fournie par le combustible qui est entraînée par les gaz d'échappement et par l'eau de réfrigération du cylindre; cette proportion atteint environ 70 pour 100 et la chaleur perdue se partage sensiblement en parties égales dans les gaz d'échappement et dans l'eau de réfrigération.

L'extension prise dans ces dernières années par les moteurs à combustion interne a conduit à chercher les moyens pratiques de récupérer au moins une partie de l'énorme quantité de chaleur perdue par ces moteurs. Le plus simple consiste évidemment à se servir de l'eau chaude sortant de la chemise du cylindre pour la production de vapeur alimentant une turbine ou une machine à piston. Malheureusement la température de l'eau évacuée est relativement basse, environ 70°, car l'expérience a montré que, si on laisse la température s'élever au-dessus de ce point, le cylindre ne tarde pas à gripper. L'eau d'évacuation doit donc être ultérieurement chauffée dans une chaudière pour produire de la vapeur à une pression suffisante pour que son emploi soit économique.

Une conséquence de cette remarque est qu'il y aurait grand intérêt à empêcher le grippement du cylindre tout en laissant la température de l'eau d'évacuation atteindre dans la chemise une valeur assez grande pour donner directement de la vapeur sous une pression de quelques atmosphères. Ce résultat aurait d'ailleurs un autre avantage : celui d'augmenter le rendement thermique du moteur puisque ce rendement croît avec la température des gaz dans le cylindre et que cette température se trouverait plus élevée du fait que les parois du cylindre seraient plus chaudes.

Les efforts des ingénieurs se sont donc portés vers la solution de ce problème d'empêcher les grippements avec une température des parois supérieure à 100°. D'après une communication faite à la Cleveland Engineering Society par M. J.-B. MERRIAM, cet ingénieur aurait trouvé une solution satisfaisante; voici, d'après le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, septembre 1915, p. 513, comment M. Merriam a été conduit à cette solution et en quoi elle consiste.

Les grippements sont nécessairement dus à une élévation anormale de la température des parois du cylindre. Théoriquement une augmentation de quelques dizaines de degrés de la température de l'eau circulant dans la chemise ne devrait pas avoir un tel effet. Puisqu'il se produit, c'est donc que les conditions du passage de la chaleur du cylindre à l'eau de refroidissement se trouvent profondément modifiées par cette élévation de quelques dizaines de degrés dans la température de celle-ci.

Pour se rendre compte de la nature de ces modifications M. Merriam a fait une expérience bien simple : chauffer de l'eau dans une marmite en fonte. On sait que jusqu'à une certaine température, que l'expérience a montré être d'environ 65°, l'aspect physique de l'eau n'est pas modifié, mais qu'au delà de cette température il se forme de petites bulles de vapeur, adhérant à la surface du métal, dont le nombre et le volume augmentent avec la température et qui, aux environs de 90°, tapissent entièrement la surface interne du récipient.

Ce sont ces bulles qui empêchent l'échange de chaleur entre le foyer extérieur et l'eau contenue dans le récipient. Le métal du récipient s'échauffe par suite et si l'intensité du foyer est suffisante, ce métal peut atteindre une température assez haute pour qu'il y ait caléfaction de l'eau. Or on sait que l'eau en caléfaction est séparée du métal par une couche de vapeur mauvaise conductrice de la chaleur qui continue à empêcher le passage de celle-ci du récipient à l'eau, de sorte que la température du métal continue à s'élever.

Si nous appliquons ces observations à un cylindre de moteur à explosion refroidi par une circulation d'eau extérieure, nous concevons alors pourquoi le cylindre grippe quand la température de l'eau de refroidissement dépasse 70°. C'est qu'il se forme entre la surface du

cylindre et l'eau une couche de bulles gazeuses thermiquement isolantes qui ont pour effet d'empêcher le refroidissement du cylindre et, par suite, de lui laisser prendre une température à laquelle ne résiste pas l'huile de graissage.

La solution du problème cherché revient donc à empêcher la formation de bulles gazeuses. L'observation montre que, dans l'expérience de la marmite en fonte, on y parvient plus ou moins complètement en agitant l'eau. Ce procédé n'est guère applicable dans le cas du moteur, mais il est présumable qu'on doit alors arriver au même résultat en donnant à l'eau une vitesse de circulation très grande. C'est ce qu'a pensé M. Merriam, et pour s'assurer qu il en est bien ainsi il a exécuté une série d'expériences sur une machine de 150 chevaux à quatre cylindres de 311 mm × 355 mm, munie d'une série d'appareils de mesure tels que thermomètres, compteurs d'eau, manomètres, etc., et d'une pompe centrifuge pour faire circuler l'eau à une grande vitesse dans l'enveloppe. Cette vitesse était de cinq à dix fois la vitesse ordinaire. L'installation est figurée dans le croquis ci-après (*fig.* 1), qui montre

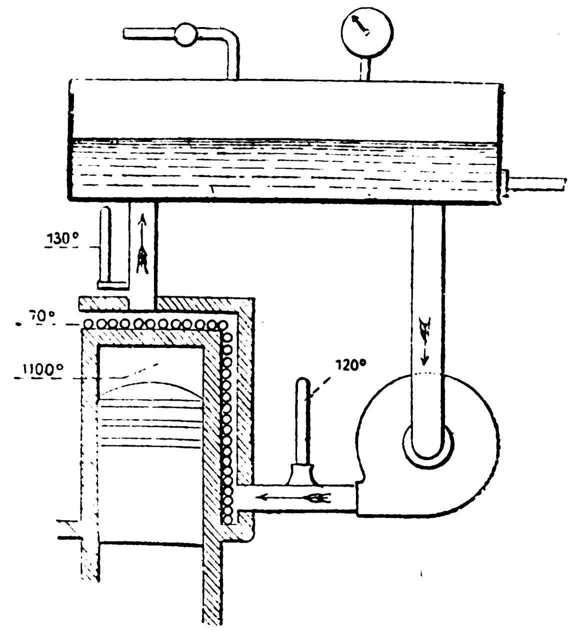


Fig. 1. — Schéma de l'installation pour l'utilisation de la chaleur perdue par les moteurs à combustion interne.

que l'eau, prise dans une chaudière, passe dans la chemise du moteur, puis retourne à la chaudière.

On a constaté que, dans ces conditions, il fallait moins de 30 minutes pour faire monter la pression de la vapeur dans le réservoir à 0,7 kg:cm² au-dessus de la pression atmosphérique et la pression a pu être portée à 3,5 kg:cm² effectifs, ce qui correspond à environ 140° C. Si l'on emploie la vapeur formée, toute l'eau peut être convertie en vapeur et l'on retrouve sous cette forme la totalité de la chaleur qui se perd ordinairement dans l'eau de l'enveloppe. Avec une chaudière installée convenablement, la moitié des 35 pour 100 de calorique emportés par l'échappement peut être retrouvée et, si on les ajoute aux 35 pour 100 récupérés de l'eau de l'enveloppe, on retrouve, dans la forme de vapeur à basse ou moyenne pression, la moitié environ de la chaleur contenue dans le combustible.

En même temps, et d'après une remarque déjà faite, le rendement du moteur se trouve amélioré par suite de la température plus élevée du cylindre. C'est ce que montrent les chiffres du tableau ci-dessous où la deuxième ligne de chiffres donne la dépense de gaz de la machine fonctionnant dans les conditions ordinaires, tandis que la troisième donne la consommation avec la circulation activée; on voit que la consommation se trouve réduite de 3,3 pour 100 à la charge maximum, à 17 pour 100 au quart de charge.

	Charge.			
	1/4.	1/2.	3/4.	1.
Puissance au frein (en chx.)..	43	77	112	151
Dépense de gaz par cheval-heure en mètres cubes :				
Circulation ordinaire	0,493	0,353	0,290	0,269
» modifiée	0,409	0,320	0,274	0,260
Température (en degrés C.) :				
Eau	11	11	11	11
Entrée au cylindre..........	122	122	122	122
Sortie du cylindre..........	125	128	130	131
Moyenne	123,5	125	126	126,5
Pression de la vapeur en kg : cm²	1,24	1,25	1,28	1,28
Vapeur produite en kg par ch-h.	3,31	2,26	1,95	1,78

Durant les essais faits avec l'installation dont il vient d'être question, on n'a éprouvé aucune difficulté et aucun effet fâcheux, même quand le moteur fonctionnait au maximum de température et de pression. Ce résultat n'a rien de surprenant car les parois des cylindres sont maintenues à une température uniforme puisque, à cause de la grande vitesse de l'eau dans l'enveloppe, la différence des températures à l'entrée et à la sortie est de moins de 8°; cette température des parois est d'ailleurs indépendante de la charge et est réglée uniquement par la pression de la vapeur dans le réservoir de la chaudière.

Quelques perfectionnements récents aux moteurs à combustion interne, type Diesel.

Suivant la manière dont l'huile combustible est intro-

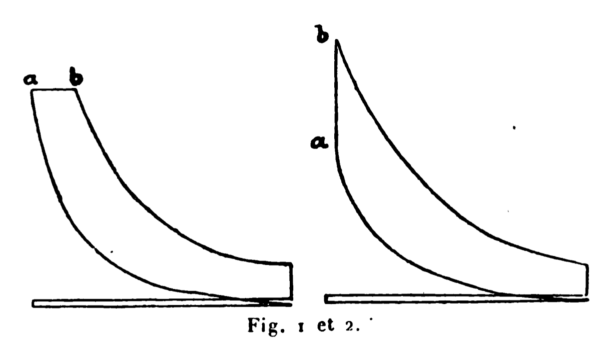


Fig. 1 et 2.

duite dans le cylindre des moteurs Diesel, la combustion

de cette huile s'effectue différemment. Dans le type Diesel primitif, le combustible, *pulvérisé* par le moyen

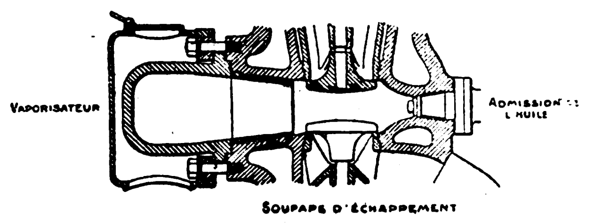


Fig. 3.— Chambre de combustion du moteur De la Vergne.

d'air comprimé à une pression plus élevée que celle qui règne dans le cylindre à la fin de la compression, s'en-

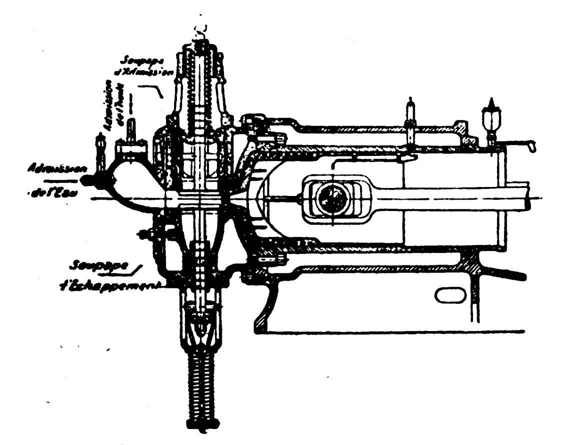


Fig. 4. — Moteur Ruston Proctor.

flamme spontanément et brûle à *pression constante*. Dans le type semi-Diesel, l'huile combustible, *vaporisée*

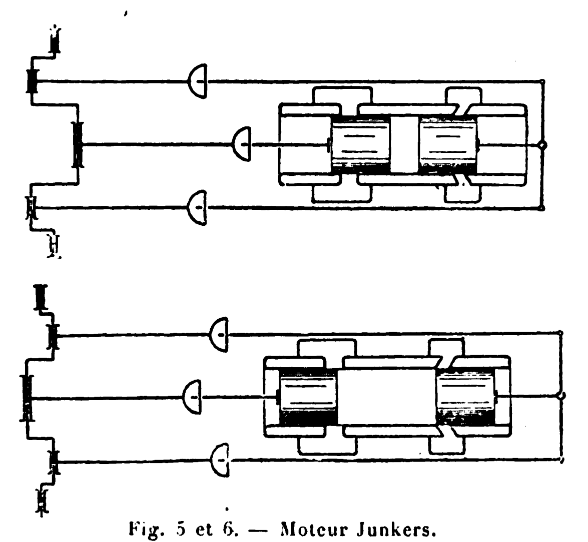


Fig. 5 et 6. — Moteur Junkers.

presque instantanément sur une paroi métallique très chaude, brûle à *volume constant* et la combustion prend ainsi le caractère explosif. Dans le moteur Sabathé les deux modes de combustion sont utilisés. Ces diverses manières de produire la combustion influent nécessairement sur le diagramme de la pression du moteur comme on le voit en comparant les figures 1 et 2 qui se rapportent, la première à une combustion à pression constante, la seconde à une combustion à volume constant, la portion *ab*

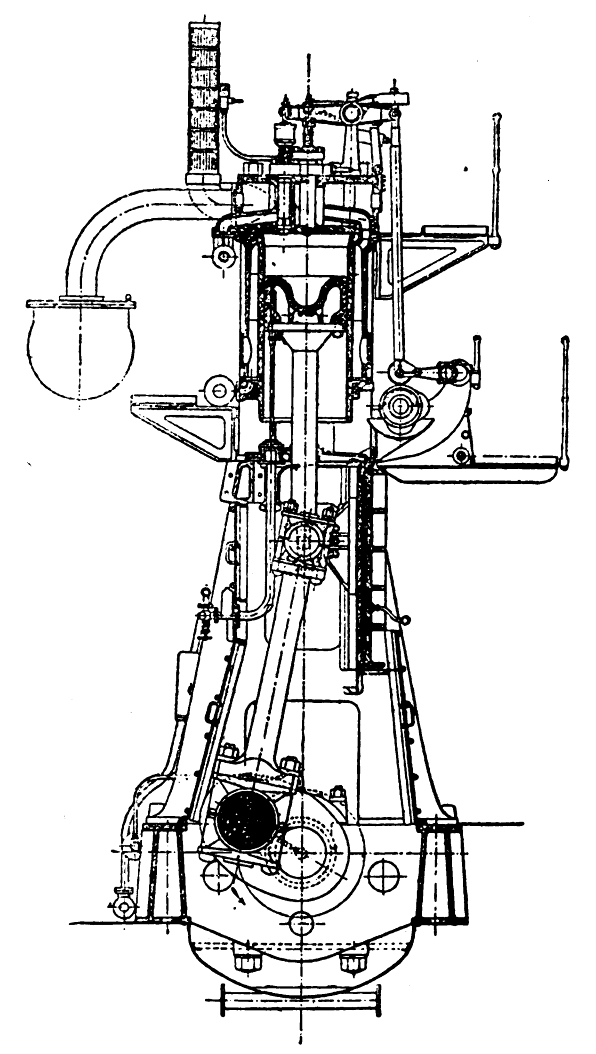


Fig. 7. — Moteur Burmeister et Wain.

de chacun des diagrammes correspondant à la période de la combustion. Chaque manière d'opérer la combustion présente des avantages et des inconvénients dans le détail desquels nous ne pouvons entrer.

La construction mécanique des moteurs du type Diesel a également donné lieu à des variantes. Dans le numéro de novembre 1915 du *Journal of the American Society of Mechanical Engineers*, M. W.-H. ADAMS, d'une part, et M. A.-H. GOLDINGHAM, d'autre part, ont publié sur ce sujet deux articles intéressants signalés dans le

numéro du 10 décembre du *Bulletin technique de la Suisse romande*.

La figure 3 représente, d'après ce dernier journal, la chambre de combustion d'un moteur De la Vergne : le combustible et l'air à haute pression, au lieu d'être introduits dans le cylindre, comme dans le moteur classique, sont dirigés dans une chambre spéciale de vaporisation, chauffée avant le démarrage, où l'huile se vaporise. Un dispositif analogue, représenté en figure 4, est employé par Ruston Proctor; toutefois l'air n'y est pas introduit avec le combustible : un pulvérisateur spécial introduit l'huile dans la chambre de pulvérisation, qui reçoit aussi une certaine quantité d'eau.

Les figures 5 et 6 schématisent un moteur Junkers à deux pistons se mouvant en sens inverses et reliés au vilebrequin dont les manivelles sont à 180°. Le combustible est injecté dans l'espace compris entre les deux pistons qui, faisant fonction de tiroirs, masquent ou démasquent les lumières pratiquées dans le cylindre et assurent ainsi la distribution.

Le moteur Burmeister et Wain (*fig.* 7) présente diverses particularités intéressantes, entre autres la soupape d'admission du combustible, munie de deux surfaces coniques dont l'une forme le siège de la soupape, tandis que l'autre distribue l'huile. La soupape s'ouvrant dans la direction du piston et non en sens inverse, contrairement à l'usage courant, l'huile est distribuée également sur tout le pourtour du cylindre, grâce à la surface conique. Le démarrage et la manœuvre sont facilités par le fait que la soupape de démarrage est mue, automatiquement, par la pression de l'air. L'arbre à cames est actionné par le vilebrequin au moyen d'un système de roues dentées qui remplace l'arbre intermédiaire employé précédemment.

La figure 8 représente le pulvérisateur Sabathé, destiné

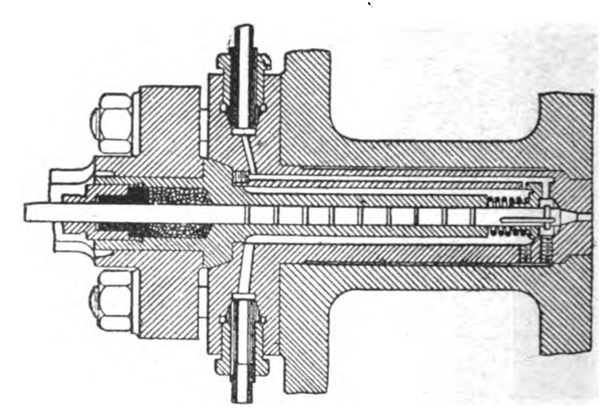


Fig. 8. — Pulvérisateur Sabathé.

à réaliser la combustion mixte dont il a été question plus haut. Il comporte deux soupapes : la soupape ordinaire et une soupape supplémentaire actionnée par un ressort, comme l'indique la figure. La première soupape injecte la dose d'huile pendant la période de combustion à volume constant à laquelle succède la période de combustion à pression constante produite par l'introduction d'une nouvelle dose d'huile distribuée par l'autre soupape.

Le charriage des alluvions par les cours d'eau. L'ensablement des usines hydrauliques. L'alluvionnement des barrages-réservoirs; Félix Drouhet (*Génie civil*, 10 juin 1916, p. 378-383). — Après avoir montré par trois figures les corrosions produites par le sable sur les roues hydrauliques et rappelé l'étude du commandant Hoc, sur les dépôts de graviers dans les canaux et cours d'eau et en particulier sur l'envahissement du canal d'amenée de l'usine de la Brillanne (*Génie civil*, 4 et 11 janvier 1913, p. 181 et 204), l'auteur analyse deux études récentes sur le même sujet. — L'une a été faite par M. Collet, directeur du Service des Eaux de la Suisse, avec la collaboration de MM. Mellet et Stumpf, et vient d'être publiée dans les *Annales suisses d'Hydrographie*. Elle a porté sur l'Arve (cours d'eau à régime torrentiel), sur le Rhône et la Drance (cours d'eau à régime mixte, à la fois torrentiel et glaciaire) et sur la Massa (cours d'eau à régime essentiellement glaciaire). Dans tous les cas on a constaté que la quantité de matière en suspension n'est pas proportionnelle au débit. Pour le premier cours d'eau l'augmentation de la teneur correspond généralement à une forte crue produite par de grandes précipitations de pluie; cette teneur est maximum au début de la crue; elle est moindre dans les crues d'hiver que dans les crues d'été. Pour les seconds le régime glaciaire donne lieu à un fort transport pendant les mois de mai à septembre. Enfin pour le dernier cours d'eau le plus fort transport a lieu pendant la première crue causée par la fonte des neiges en mai ou juin. — La seconde étude a été faite par MM. Münz et Lainé, à la demande du Comité d'Etudes scientifiques des Améliorations agricoles, sur divers cours d'eau des Pyrénées et des Alpes; ses résultats ont été résumés dans une communication à la séance du 22 mars 1913 de l'Académie des Sciences. Elle a montré qu'en général les eaux des Pyrénées sont moins limoneuses que celles des Alpes : la Garonne ne contient que 5 g à 50 g par mètre cube de limon, exceptionnellement 1,5 kg : m³; la Nesle, de 13 à 16 kg : m³; l'Adour, 50 g : m³ au maximum; par contre l'Isère charrie jusqu'à 123 kg : m³ dans son cours inférieur; la Durance, 11,4 kg : m³. Pour les cours d'eau à alimentation glaciaire, le charriage est minimum en hiver, époque des basses eaux; il est maximum aux crues de printemps. — Après ces analyses, M. Drouhet donne la description de la prise d'eau et du désableur de l'usine de Martigny-Bourg, sur la Drance, dans les Alpes suisses, et celle du désableur de l'usine du Flamisell, dans les Pyrénées espagnoles. Il donne ensuite quelques renseignements sur la quantité de matériaux entraînés par divers cours d'eau par roulement sur le fond, puis il indique la méthode de Max Singer et celle de Lugeon pour le calcul de la durée de remplissage des barrages-réservoirs par les alluvions, en faisant observer que la méthode de Lugeon lui paraît préférable à celle de Max Singer.

Générateur-épurateur de gaz pauvre, système Porciatti pour lignite et tourbe (*L'Elettricista*, 1er mai 1916, p. 68-69). — L'installation complète comprend : un gazogène présentant quelques dispositions spéciales, un laveur par injection d'eau pulvérisée à la partie supérieure de l'appareil, une série de tubes refroidisseurs disposés comme les jeux d'orgue des usines à gaz, enfin un dessiccateur-épurateur rempli de chaux vive qui absorbe l'humidité ainsi que l'acide sulfurique qui se forme dans la combustion des lignites pyriteux. L'article fait remarquer combien une installation de ce genre présente d'intérêt en Italie, pauvre en houille, mais possédant quelques gisements de lignite et de tourbe assez importants.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

INTERRUPTEURS.

Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie (*suite*) (1).

DÉTERMINATION DU TRAVAIL DE RUPTURE.

Définition du travail de rupture. — On appelle *travail de rupture* la quantité de chaleur produite pendant le phénomène de déclenchement dans l'interrupteur à huile, par la rupture d'une certaine puissance ou respectivement l'énergie électrique équivalente à cette quantité de chaleur. On est facilement tenté de supposer que cette énergie est identique au flux d'énergie que l'on coupe, car on est porté à croire qu'un interrupteur qui devrait couper 1000 kw par exemple aurait à supporter une sollicitation équivalente à cette valeur. Il peut donc être utile de montrer la relation existant entre le travail de rupture et la puissance coupée dans le cas simple de *rupture d'un courant continu*.

On supposera que l'interrupteur commence au temps $t = 0$ à rompre une puissance $J_0 E$ en indiquant par E la tension à vide. On voit, d'après les équations fondamentales établissant les conditions dans lesquelles un arc peut subsister, que l'intensité de courant diminue d'abord suivant une courbe hyperbolique jusqu'à une valeur limite déterminée par les constantes (relatives à l'arc)

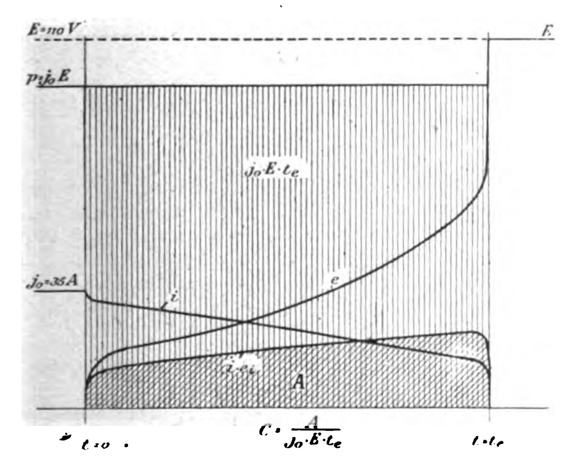


Fig. 10. — Travail de rupture à l'ouverture d'un circuit à courant continu.

de l'interrupteur, puis de ce point tombe brusquement à zéro. La tension intérieure de l'interrupteur, c'est-à-dire la tension entre les contacts, que l'on a appelée e_i augmente d'une manière correspondante depuis la valeur zéro pour atteindre brusquement, elle aussi, la valeur finale E. La figure 10 montre les courbes que l'on obtient. En effectuant le produit $i\,e_i$ à chaque instant on obtiendra la variation de l'énergie de l'arc pendant le déclenchement. On remarquera que cette énergie au temps t_e, au moment où se produit la rupture de l'arc, n'est pas nulle, mais une quantité bien déterminée par la valeur limite de l'intensité de courant au même instant.

L'énergie électrique transformée en chaleur pendant le déclenchement sera donnée par la relation

$$A = \int_0^{t_e} i\,e_i\,dt \qquad \text{en kw-h.}$$

Elle sera représentée graphiquement par la surface limitée par la courbe d'énergie $i e_i$. On l'écrira sous la forme suivante

$$A = (J_0 E)\,C\,t_e,$$

dans laquelle l'expression $(J_0 E)\,C$ correspondra à la puissance de l'arc. On serait facilement tenté d'établir cette relation par rapport à la puissance coupée $J_0 V$, si l'on appelle V la tension d'exploitation; aussi nous rappelons que la possibilité d'existence d'un arc de rupture d'un courant déterminé J_0 est donnée entre autres par la tension *à vide* E, car après les ruptures se produisant au bout de chaque demi-période le rallumage se fait sous l'influence de la tension à vide existant alors entre les contacts. Il est clair que si l'on exprime $J_0 E$ et respectivement C en valeurs efficaces, l'expression (12) sera valable aussi dans le cas de rupture d'un courant alternatif.

Nous pouvons préciser notre tâche puisque pour obtenir le plus petit travail de rupture lors du déclenchement d'une puissance $J_0 E$, il faudra connaître les variations des grandeurs C et t_e relativement aux constantes électriques du circuit à ouvrir d'une part et aux constantes de l'interrupteur d'autre part. Par un raisonnement théorique on trouverait entre les grandeurs C et t_e une relation assez compliquée à déterminer analytiquement et qui montre que, pour des arcs d'une longue durée, C prendra aussi une valeur plus élevée et inversement. Par contre, nos essais ont démontré que *C doit être considérée essentiellement comme une constante de l'interrupteur donné, et comme ne variant qu'entre de faibles limites avec l'angle de décalage du circuit.* Les essais ont donné pour C des valeurs 0,01 à 0,03 suivant la forme et la grandeur des contacts et dans le cas de déclenchements normaux d'un circuit à courant alternatif monophasé avec un interrupteur à huile à une seule rupture. La valeur de C peut atteindre 0,05 à 0,07 dans le cas de déclenchement de puissances en court circuit par suite du grand décalage de phase. Cela signifie que dans les conditions ci-dessus la puissance moyenne de l'arc de rupture atteint au plus le 7 pour 100 de l'énergie rompue. Il faut placer en regard de ces résultats ceux que l'on obtient dans le cas de rupture d'un circuit à courant continu. On a mesuré

(1) Pour la première partie voir *La Revue électrique*, t. XXVI, 1er septembre 1916, p. 133-142.

pour C une valeur d'environ 0,18 dans le cas de rupture d'un circuit à basse tension avec un simple interrupteur à levier. Ceci montre déjà la manière relativement défavorable dont se comporte une rupture d'un courant continu en ce qui concerne le développement de chaleur. On désigne la constante C comme *le développement spécifique de chaleur* dans l'interrupteur. C'est un des facteurs permettant de juger de la sécurité de l'emploi d'un interrupteur à huile.

RELATIONS ENTRE LE TRAVAIL DE RUPTURE ET LES CONDITIONS ÉLECTRIQUES D'UN CIRCUIT, POUR UN INTERRUPTEUR DONNÉ. — Ces relations sont intéressantes surtout pour l'exploitation, car grâce à elles on pourra répondre à la question : Quelles devront être les conditions d'un circuit pour qu'on puisse rompre une certaine énergie avec le plus petit travail de rupture ? Puisqu'on peut regarder maintenant la grandeur C comme étant, entre certaines limites, une constante de l'interrupteur donné, il reste à considérer la variation de la durée t_e de l'arc. Si l'on désigne par v la vitesse moyenne de rupture pendant le déclenchement, on pourra déterminer la longueur de l'arc par

$$S = v t_e, \tag{13}$$

en considérant de prime abord v comme constante.

On sait déjà, par expérience, que la durée de l'arc est d'autant plus grande que la valeur de la puissance rompue est plus élevée et, que pour une même puissance, à une augmentation de la tension correspondra un arc plus long. On savait aussi que la présence d'une inductivité devait certainement influencer défavorablement le déclenchement. Par conséquent il restait la tâche de déterminer par les essais selon quelles lois agissaient ces diverses influences. A l'aide des raisonnements théoriques donnés au commencement de cette étude on y est parvenu avec une approximation suffisante pour les besoins pratiques.

Supposons tout d'abord la tension d'exploitation (respectivement E) et la puissance rompue constantes et recherchons *l'influence du décalage de phase* entre le courant de rupture J_0 et la tension à vide E. On pourra alors, suivant les raisonnements précédents, poser la relation

$$t_{r,L} = t_r(1 + K_1 \operatorname{tang}\varphi + K_2 \operatorname{tang}\varphi_2 + \ldots), \tag{14}$$

dans laquelle on désigne par $t_{r,L}$ la durée de l'arc dans le cas de rupture d'un circuit avec résistance et inductivité et par t_r, la durée de l'arc dans un circuit présentant les mêmes conditions cependant sans inductivité, donc sans décalage de phases entre J_0 et E. En partant donc du circuit simple avec résistance, sans décalage de phases, qui entre pratiquement en considération lorsqu'on déclenche une petite charge ohmique branchée à un grand réseau, la durée de l'arc subira, en cas de présence d'une inductivité, une augmentation en rapport avec tangφ conformément à l'expression entre parenthèses dans la relation (14). Il est intéressant de constater ici que les constantes K_1, K_2, ... ne subissent des variations essentielles qu'avec la valeur de la tension à vide et sont indépendantes de la valeur du courant de rupture ou respectivement de la puissance rompue. Les essais semblent aussi démontrer que la forme et la grandeur des contacts n'ont qu'une influence insignifiante sur la valeur de l'expression entre parenthèses. C'est ainsi que l'on a trouvé, pour l'expression entre parenthèses (qui pourrait s'appeler *facteur d'augmentation*), sous une tension d'exploitation de 8000 volts et un $\cos\varphi = 0,8$ par exemple, une valeur d'environ 1,8 rapportée à une même puissance réelle en kilowatts et en admettant une rupture unique, dans l'huile, avec une vitesse moyenne au déclenchement de 55 cm : sec.

Maintenant on a encore besoin de la relation existant entre la durée t_r de l'arc pour un circuit n'ayant que de la résistance ohmique et la puissance réelle coupée qui dans ce cas se confond avec la puissance apparente. Les essais auraient dû se faire avec un courant en phase avec la tension à vide. On est arrivé expérimentalement assez près de cette condition en opérant avec des charges ohmiques de moins de 2000 kw prises sur le réseau commun des usines de Beznau et de la Löntsch [1]. Les valeurs obtenues par les essais pour la durée de l'arc sont en concordance parfaite avec les relations établies théoriquement qui ont permis de tracer les courbes de la figure 11. On obtient l'équation de ces courbes en partant de la relation (7), page 138, qui détermine la longueur maximum de l'arc. Si l'on calcule avec des valeurs efficaces on devra avoir

$$[V - (g + \alpha v t_e)]^2 = 4 r_a(\gamma + \delta v t_e).$$

Si l'on ordonne cette relation par rapport à P, après avoir remplacé $v . t_e$ par s et $\frac{V^2}{r_a}$ par P $\left(P = J_0 V = \frac{V^2}{r_a}\right)$, la tension V est constante par hypothèse, on obtiendra

$$P[(V - g) - \alpha s]^2 = 4(V - g)^2(\delta s + \gamma).$$

La relation entre P et s donne une courbe hyperbolique ayant les caractéristiques suivantes :

Si l'on fait $s = 0$ on obtient $P = 4\gamma$, c'est-à-dire que la puissance limite qui peut être rompue sans arc est indépendante de la tension de régime et égale à la valeur 4γ qui est une constante de l'interrupteur.

Si l'on fait $P = \infty$ la durée maximum de l'arc devient $s = \frac{V - g}{\alpha}$, c'est-à-dire que, pour une puissance croissante, la durée de l'arc de rupture se rapproche d'une valeur limite finie, déterminée par l'asymptote de la courbe et qui sera atteinte pour une puissance infiniment grande. Cette valeur est d'environ 2,5 cm sous 8000 volts, ce qui correspond à un temps t_r de $0^s,0455$ pour une rupture unique et une vitesse moyenne de 55 cm : sec. Les valeurs obtenues aux essais pour les longueurs des arcs ainsi que les valeurs correspondantes du travail de rupture sont indiquées graphiquement dans la figure 12. Si les déclenchements avaient été effectués sous une charge inductive correspondant par exemple à un $\cos\varphi = 0,8$ les courbes auraient un tracé plus élevé con-

[1] Nous renvoyons, pour ce qui concerne la méthode d'essai, au rapport détaillé publié dans le *Bulletin* n° 8, 1915, de l'*A. S. E.*

formément au facteur d'augmentation de 1,8 rapporté à la puissance réelle. Ces conditions sont représentées à droite de la figure 14 : Pour être exact il aurait fallu choisir ici, comme variable, la « puissance rompue » en kilovolts-ampères, puisque celle-ci est déterminante pour la marche du phénomène du déclenchement. On a cependant préféré construire ces courbes et les suivantes en fonction de la « puissance mesurable à déclencher » en

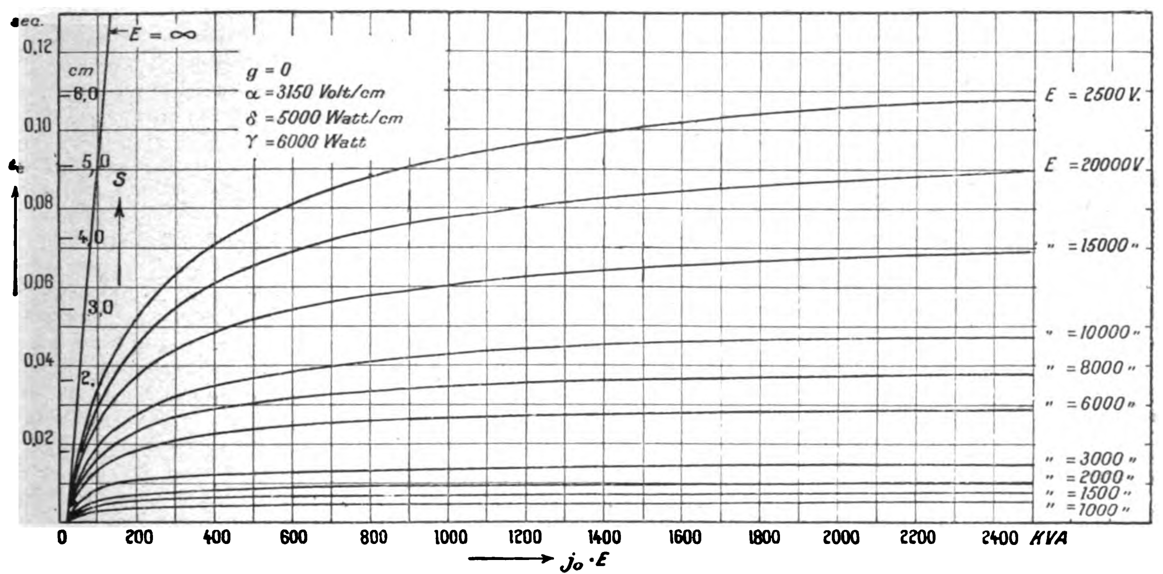


Fig. 11. — Tracés théoriques des variations de longueur de l'arc en fonction de la puissance rompue dans un circuit purement ohmique : $V = 55$ cm : sec. — Rupture unique.

kilowatts, la notion de cette puissance étant plus à la portée des praticiens (¹).

Si maintenant la puissance rompue ne peut plus être

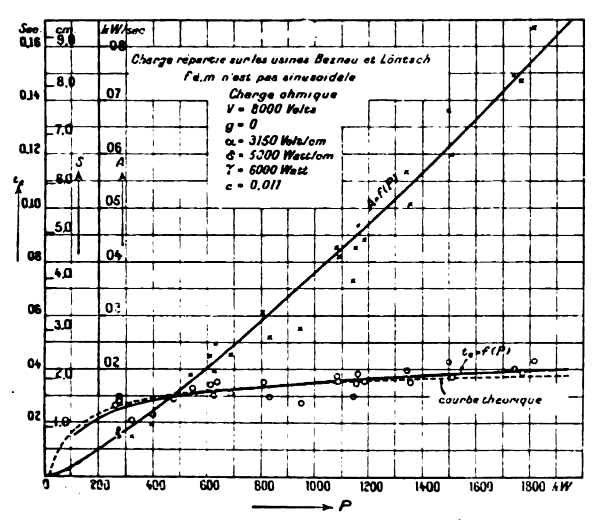


Fig. 12. — Longueurs de l'arc et travail de rupture pour une rupture simple et une vitesse $V = 55$ cm : sec.

considérée comme étant d'une grandeur négligeable relativement à la puissance maximum de l'usine génératrice ou d'un générateur, le phénomène du déclenchement subira alors l'influence du décalage de phase interne de la machine. Ce décalage peut s'écrire par exemple, en cas de charge ohmique,

$$\text{tang}\,\psi = \frac{J_0 x_u}{V}. \tag{15}$$

Dans cette relation x_u représente l'induction totale de la machine et V, la tension aux bornes sous un courant de charge J_0. Si l'on règle la tension aux bornes V, pour la maintenir constante sous une charge croissante, tang ψ croîtra d'une façon directement proportionnelle à J_0, ce qui veut dire que le facteur d'augmentation s'accroîtra avec la charge. La durée du déclenchement et avec elle, le travail de rupture auront donc pour une même puissance à déclencher des valeurs plus grandes si cette puissance est fournie par une seule machine que si elle est prise sur un grand réseau parce que dans le premier cas le décalage de phase interne ne pourra plus être négligé. Cette influence sera évidemment d'autant plus considérable que l'inductance totale, qui donne à peu près une mesure de la chute de tension, aura été choisie plus grande. On en déduira que ces conditions se présenteront

(¹) La puissance rompue est déterminée par le courant traversant l'interrupteur au moment du déclenchement et la tension à vide après le déclenchement, tandis que la puissence à déclencher est déterminée par le courant et la tension en charge aux bornes de l'interrupteur.

d'une manière particulièrement frappante dans le cas des turbo-générateurs. Nos machines d'essai se rapprochaient de ce cas, car par suite de la charge monophasée,

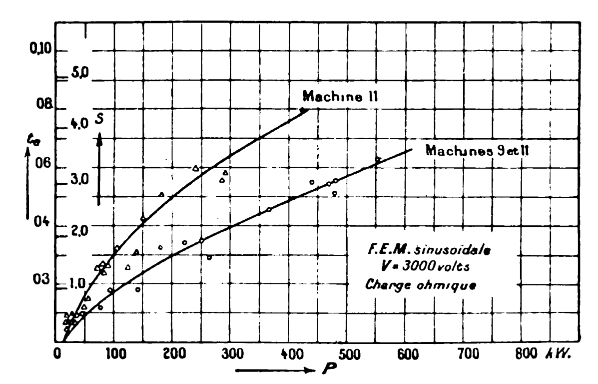


Fig. 13. — Comparaison des déclenchements avec une ou avec deux machines en parallèle.

elles présentaient une inductance relativement grande. La figure 13 montre en comparaison des valeurs mesurées aux essais sous une tension de 3000 volts avec la machine 11 de l'usine de Beznau les résultats d'une même série d'essais avec un interrupteur branché sur les deux unités 9 et 11 travaillant en parallèle. Comme on peut le constater, les longueurs des arcs pour une même puissance à déclencher atteignent dans le second cas la moitié des valeurs obtenues aux essais avec une seule machine. La différence sera naturellement encore plus prononcée si l'on compare les résultats pour une seule machine avec ceux obtenus pour tout le réseau. (Usines de Beznau et de la Löntsch.) Ces résultats sont représentés à la figure 15 où l'on peut voir aussi la différence du travail de rupture. Nous voyons par exemple que, pour un déclenchement d'une charge ohmique de 1000 kw sous 8000 volts livrée par la machine 11, dans le cas d'une rupture unique unipolaire, à la vitesse de 55 cm : sec, environ 2,88 kw-sec sont transformés en chaleur dans l'interrupteur, tandis que, pour une même puissance coupée dans les mêmes conditions mais fournie par le réseau, on aura un travail de rupture d'environ 0,39 kw-sec seulement. Si la charge des machines est inductive, les conditions seront d'autant plus défavorables que le décalage de phases dans le réseau sera plus grand, puisque celui-ci a comme on le sait un effet rétroactif sur le décalage de phase interne. Ceci se remarque sur

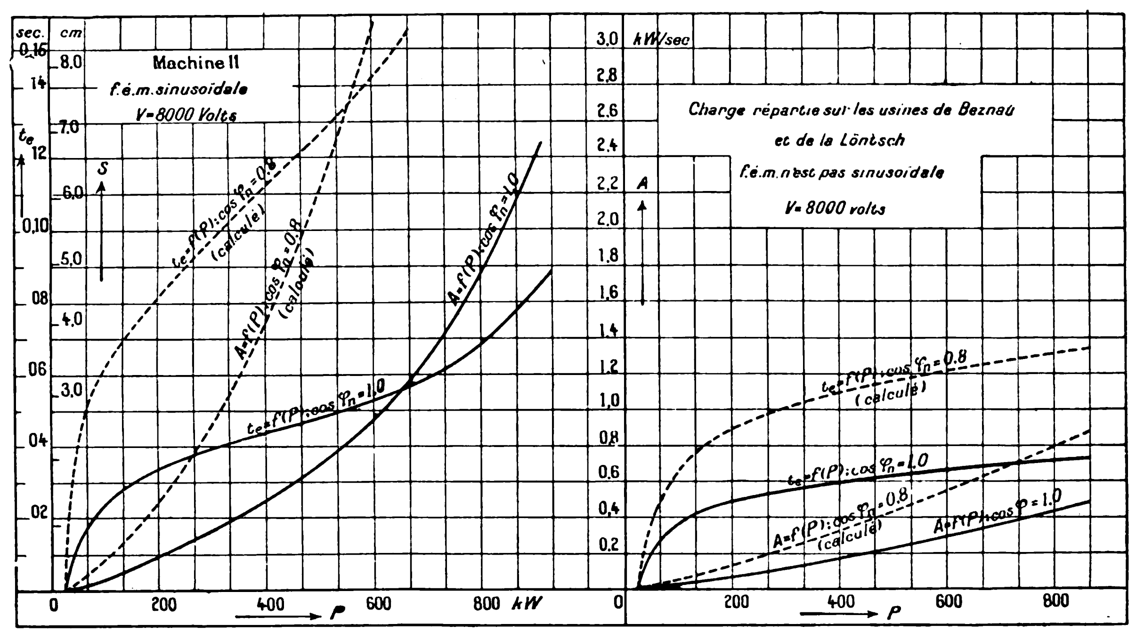


Fig. 14. — Déclenchements unipolaires avec une rupture simple : $V = 55$ cm : sec.

la figure 14 où l'on a représenté le tracé des courbes pour $\cos\varphi = 0,8$.

Le tableau suivant montre d'une manière encore plus claire l'influence de la charge inductive.

Au lieu d'indiquer en kilowatts le travail de rupture pour une certaine puissance à rompre il est préférable, dans les cas de surcharge du générateur, de l'indiquer en fonction de la charge du générateur en pour 100 de la puissance normale.

Ouverture unipolaire du circuit de la machine **11** *sous une tension d'exploitation de* 8000 volts, *électrodes Œrlikon* (*valeurs calculées :* $\cos\varphi = 1$)

		Charge en kw.			
		200.	400.	600.	7[illegible]0.
$t_{r,L}$ en sec	avec $\cos\varphi_n = 1$......	0,0335	0,0435	0,0525	0,0620
	avec $\cos\varphi_n = 0,9$....	0,0565	0,0780	0,1000	0,1300
	avec $\cos\varphi_n = 0,8$....	0,0810	0,1120	0,1420	0,1750



Dans les deux tableaux suivants les valeurs de la figure 14 sont reproduites sous cette forme.

Puissance normale monophasée du générateur : 600 kw = 100 pour 100 cos φ = 1 dans le réseau; tension d'exploitation = 8000 volts, déclenchement unipolaire (résultats des essais).

Puissance à rompre en pour 100 de la normale.	25	50	75	100	125	150
Travail de rupture en kw-sec, la puissance étant répartie sur Beznau-Löntsch	0,05	0,13	0,21	0,30	0,40	0,50
Travail de rupture en kw-sec, la puissance étant répartie sur un générateur	0,12	0,33	0,60	0,95	1,48	env. 2,40
Augmentation en p. 100.	140	154	186	217	270	env. 480

Puissance normale monophasée de la machine : 600 kw = 100 pour 100 cos φ = 0,8 dans le réseau; tension d'exploitation = 8000 volts; déclenchement unipolaire (résultats calculés).

Puissance à déclencher en pour 100 de la normale.	25	50	75	100	125	150
Travail de rupture, la puissance étant répartie sur Beznau-Löntsch (env.).	0,09	0,23	0,34	0,55	0,73	0,92
Travail de rupture, la puissance étant répartie sur un générateur (env.)	0,30	0,90	1,82	3,14	5,00	8,00
Taux d'augmentation en pour 100 (env.)	233	291	435	471	585	770

On peut en conséquence, en nous basant sur ces travaux, émettre les points de vue suivants concernant le déclenchement d'une certaine charge d'un générateur : la longueur de l'arc et le travail de rupture pour l'interrupteur d'un générateur ou d'un groupe de générateurs en parallèle ne dépendent pas seulement de la puissance à couper et des autres constantes de l'interrupteur, mais sont aussi influencés par les constantes de la ou des machines à déclencher. Le travail de rupture pour une puissance à rompre déterminée sera d'autant plus grand que l'inductance totale du générateur (chute de tension) sera plus élevée. Cette influence croît avec l'augmentation de la puissance à couper surtout pour des puissances supérieures à la charge normale de la machine. La longueur de l'arc et le travail de rupture pour une certaine puissance à couper seront d'autant plus petits que le nombre des générateurs en parallèle sera grand, le minimum sera atteint lorsque la charge sera supportée par une centrale infiniment grande. Dans le cas d'une charge inductive l'action de l'inductivité de la machine s'ajoute à l'influence du décalage de phases dans le réseau, de telle façon que pour une même puissance à couper, fournie par une même machine, le travail de rupture augmentera rapidement avec le décalage de phases dans le réseau.

La rupture d'un court circuit. — On produira un court circuit normal si l'on diminue graduellement la résistance extérieure dans le circuit d'une machine ayant une charge non inductive. Partant de la marche à vide, la puissance réelle $J_0^2 r$ en kilowatts tendra, par suite de l'accroissement de l'intensité de courant, vers un maximum puis, à cause de la diminution rapide de la tension aux bornes, retombera jusqu'à zéro. Mais en pratique, lorsqu'on parle d'un court circuit, celui-ci n'est généralement pas parfait; dans la plupart des cas la résistance totale du circuit, par exemple en cas de court circuit sur les lignes de transport, aura une valeur plus grande que le minimum possible qui correspond à la résistance des enroulements de la machine. En général, les résistances et les inductivités présentes entre le court circuit et la machine sont de peu d'importance au point de vue de la puissance en court circuit; on verra qu'elles ont par contre une grande influence sur la durée de l'arc et par suite sur le travail de rupture.

Le travail de rupture est, comme on l'a vu, donné par l'expression

$$A = (J_0 E) C t_e,$$

$J_0 E$ représente maintenant la puissance en court circuit; t_e la durée de l'arc en court circuit. On a déterminé t_e d'après l'équation (14) comme le produit de t_r par un facteur d'augmentation dépendant essentiellement de tang φ, soit du décalage de phases entre J_0 et E; t_r désignait la durée de l'arc quand J_0 et E étaient en concordance de phases.

On appellera :

x_a l'inductance du générateur;
x_z l'inductance supplémentaire dans le court circuit,
r_a la résistance ohmique du générateur;
r_z la résistance supplémentaire dans le court circuit.

On pourra alors écrire, pour la puissance en court circuit,

$$J_0 E = \frac{E^2}{\sqrt{(x_a + x_z)^2 + (r_a + r_z)^2}},$$

et pour le décalage de phases en court circuit

$$\tan\varphi = \frac{x_a + x_z}{r_a + r_z}.$$

Pour le court circuit complet on aura

$$J_0 E = \frac{E^2}{\sqrt{x_a^2 + r_a^2}} \quad \text{et} \quad \tan\varphi = \frac{x_a}{r_a}.$$

Puisque dans ce cas le décalage de phase atteindra presque 90°, que tang φ sera infiniment grande, le facteur d'augmentation et par suite aussi la durée de l'arc devront prendre, conformément à l'expression (14), des valeurs extraordinairement élevées. Pour différentes raisons on n'a pu jusqu'à présent effectuer des déclenchements en court circuit; cependant, en augmentant graduellement la puissance à rompre, on s'est approché de très près des conditions en court circuit et les courbes représentatives de t_e obtenues ainsi conduisent à la même conclusion que ci-dessus (*fig.* 16). Les courbes ci-après ont de nouveau été tracées en fonction de la puissance utile P obtenue par une augmentation graduelle de l'intensité de courant en maintenant constante l'excita-

6..

tion de la machine, en sorte qu'après avoir atteint un maximum cette puissance tende vers zéro La figure 15

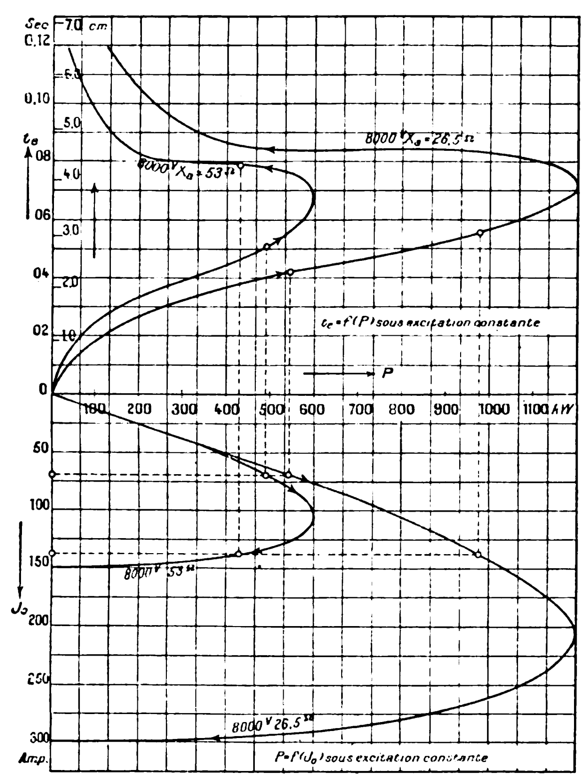


Fig. 15. — Déclenchement d'une puissance en court circuit augmentée graduellement en variant la résistance du circuit (valeurs calculées).

représente les résultats calculés que l'on obtiendrait pour la machine 11 de l'usine de Beznau, avec une charge

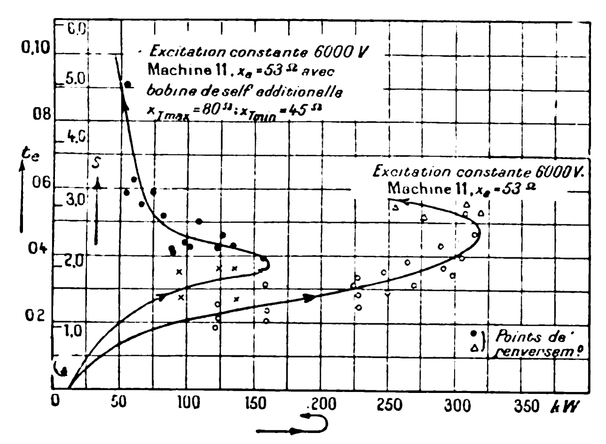


Fig. 16. — Déclenchement d'une charge en court circuit, augmentée graduellement (résultats des essais).

monophasée, en se basant sur deux valeurs différentes de l'inductance totale. Dans la figure 16 on a porté les résultats des essais pour 6000 volts, excitation constante, avec et sans réactance auxiliaire dans le circuit.

La rupture d'un court circuit complet ne se fait, par conséquent, que dans des conditions extrêmement dangereuses pour l'interrupteur, puisque, même pour des puissances en court circuit relativement faibles, le travail de rupture pourra atteindre des valeurs excessivement élevées par suite de la très longue durée de l'arc.

Ce résumé des résultats obtenus devrait déjà suffire pour montrer le rôle important joué par le décalage de phases dans le phénomène d'interruption.

Le groupement par séries indiqué dans les prescriptions de l'Association des Électriciens allemands a donc besoin d'être complété en ce qui concerne les puissances limites, puisqu'il ne définit pas d'une façon absolue les charges admissibles pour les interrupteurs.

Ce n'est pas uniquement la puissance à interrompre qui détermine l'effort qu'aura à supporter un interrupteur, mais celui-ci dépend encore d'une façon essentielle du décalage de phases avec lequel cette puissance se présente. Nous voulons encore montrer cela à l'aide d'un exemple numérique calculé sur la base des essais.

1. *Nous admettons que le générateur nº* **11** *de l'usine de Beznau est court-circuité presque complètement.*

Excitation : $E = 8000$ volts.
Inductance totale : $X_a = 53$.
Résistance totale du court circuit : $r_a + r_z = 3{,}5\,\Omega$.
Courant de court circuit : $J_0 = 149{,}6$ A.
Puissance en court circuit : $J_0 . E = 1200$ kv-A.

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{53}{3{,}5} = 15{,}15.$$

Lors d'une interruption unipolaire de cette puissance en court circuit à la vitesse de 55 cm : sec, il se produit, suivant la figure 15, un arc d'une durée

$$t_e = 0{,}12 \text{ à } 0{,}18 \text{ sec} \qquad \text{(état instable)}.$$

Constante : $C = 0{,}045$ (valeur admise).
Par suite : *Travail de rupture* $A = 6{,}49$ à $9{,}7$ kw-sec et plus.

2. *Le court circuit sur le générateur* **11** *n'est pas complet.*

Excitation : $E = 8000$ volts.
Inductance totale : $X_a = 53$.
Résistance totale : $r_a + r_z = 24{,}5\,\Omega$.
Courant de court circuit : $J_0 = 136{,}5$ A.
Puissance en court circuit : $J_0 E = 1095$ kv-A.

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{53}{24{,}5} = 2{,}16.$$

Lors d'une interruption unipolaire comme ci-dessus on obtient, suivant la figure 15,

$$t_e = 0{,}079 \text{ sec}.$$

Constante : $C = 0{,}030$ (valeur admise).
Par suite : *Travail de rupture* $A = 2{,}6$ kw-sec.

3. *Deux générateurs supportent ensemble une charge monophasée d'environ* 1000 kw *sous* $\cos\varphi = 1$.

Excitation : $E = 8000$ volts.
Inductance totale : $X_a = 26,5$.
Résistance totale : $r_a + r_z = 52,5\ \Omega$.
Courant de charge : $J_0 = 137,5$ A.
Puissance à interrompre : $J_0 E = 1100$ kv-A.

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{26,5}{52,5} = 0,505.$$

Lors d'une interruption unipolaire comme ci-dessus on obtient, suivant la figure 15,

$$t_e = 0,056 \text{ sec.}$$

Constante : $C = 0,028$ (valeur admise).
Par suite : *Travail de rupture* $A = 1,72$ kw-sec.

4. *Il s'agit de couper une charge de* 1200 kw, *sous* $\cos\varphi = 1$ *branchée au réseau commun des usines de Beznau et de la Löntsch.*

$$E = 8000 \text{ volts.}$$

Puissance à interrompre = 1200 kv-A.

$$\operatorname{tang}\varphi \simeq 0.$$

En déclenchant comme ci-dessus on obtient, suivant la figure 11,

$$t_e = 0,0375 \text{ sec.}$$

Constante : $C = 0,012$ (valeur admise).
Par suite : *Travail de rupture* $A = 0,540$ kw-sec.
En rassemblant les résultats, on obtient le tableau suivant :

Données.	1er cas.	2e cas.	3e cas.	4e cas.
$J_0 E$ en kw-A.......	1200	1095	1100	1200
tang φ.............	15,15	2,16	0,505	0
A en kw-sec.......	6,49 à 9,7 et plus	2,6	1,72	0,54

Comment modifier les conditions de l'exploitation pour qu'une interruption donnée se fasse avec un travail de rupture aussi petit que possible ? — S'il s'agit de l'interruption d'une certaine puissance $J_0 E$ déterminée par exemple par le réglage d'un relais, on ne pourra songer alors qu'à diminuer la durée t_e de l'arc, en admettant la constante C comme donnée (ou, l'interrupteur étant donné). D'après les expériences faites il faudra alors chercher à avoir entre J_0 et E un décalage de phases aussi petit que possible. On pourrait songer pour cela, à diminuer l'inductance totale X_a du générateur, mais ce moyen ferait perdre d'autres avantages importants au point de vue de la construction et de l'exploitation, en sorte qu'il ne semble pas recommandable. Par contre un moyen très simple de diminuer le décalage de phases est donné par l'*adjonction d'une résistance auxiliaire* à l'interrupteur. Ceci vient en question, en premier lieu, quand il s'agit de déclencher sous un court circuit. Ainsi qu'on a pu le voir dans l'exemple précédent, une résistance auxiliaire relativement faible est suffisante pour mettre l'interrupteur en dehors de la zone dangereuse du déclenchement sous un court circuit. Ainsi, dans le deuxième cas, en prévoyant une résistance de 20 Ω on a pu réduire le travail de rupture des deux tiers tandis que la puissance en court circuit ne diminuait que de 8,5 pour 100. On serait facilement tenté de prévoir des résistances auxiliaires d'une valeur bien plus grande afin d'obtenir aussi une diminution importante de la puissance à rompre; mais alors on augmenterait la partie de la puissance qui est à couper lorsqu'on ouvre les contacts principaux, au commencement du déclenchement, pour introduire brusquement la résistance; et le travail de rupture qui en résulterait ne serait plus négligeable comme c'est encore le cas avec de faibles résistances.

D'après ce que l'on vient d'établir on reconnaîtra que l'adjonction, dans l'interrupteur, de *réactances auxiliaires* qui sont introduites dans le circuit au moment de la rupture au lieu de résistances auxiliaires est une erreur. Si ainsi on diminue bien d'une manière simple, de quelques pour 100 la puissance en court circuit, on ajoute par contre une inductance dans le circuit, ce qui augmente le décalage de phases et amène le déclenchement sous court circuit dans la zone dangereuse des grandes longueurs d'arc (*voir* p. 174).

Nous mentionnons encore, pour terminer, qu'il existe dans les relais un moyen efficace pour éviter une sollicitation trop grande des interrupteurs. Ainsi par exemple les relais bloqués qui ne déclenchent pas sous des charges dépassant une certaine limite, et finalement certaines constructions qui, en agissant sur l'excitation des machines, font déclencher la puissance limite sous une tension à vide diminuée temporairement.

Si jusqu'à présent on a recherché en exploitation, pour protéger l'interrupteur, à diminuer la puissance maximum qu'il pourra avoir à déclencher, on a aujourd'hui comme nouveau moyen celui de diminuer autant que possible le décalage de phases entre le courant à rompre et la tension à vide.

Rapports entre le travail de rupture et la construction de l'interrupteur a huile. — Nous nous contenterons ici de mentionner certains résultats des essais qui peuvent contribuer à montrer comment, dans un circuit donné, une certaine puissance peut être interrompue avec le plus petit travail de rupture. Il s'agit donc de l'influence de la forme et de la grandeur des contacts, de la vitesse de déclenchement, des ruptures multiples, de la question de l'interrupteur à huile sous pression, etc.

La comparaison de plusieurs modèles typiques de contacts n'a pas donné de résultats positifs au point de vue de la condition ci-dessus, c'est-à-dire que les formes actuelles des contacts par frottement ou par pression se sont montrées équivalentes par rapport au travail de rupture. Cependant, les résultats des essais permettent d'établir quelques règles que les constructeurs connaissent déjà en partie. Le matériel à employer pour les contacts pare-étincelles est, pour chaque contact, le cuivre. Des contacts en bronze, en fer, en laiton ou des combinaisons de ces contacts entre eux ou avec ceux en cuivre ont toujours donné de plus grandes valeurs pour le travail de rupture (une constante C plus élevée) que des contacts uniquement en cuivre essayés dans les mêmes conditions, ils présentaient en outre de plus fortes brûlures. En ce qui concerne la forme, les essais ont

démontré qu'il était utile de bien arrondir les parties des contacts où l'arc se pose : des angles vifs et des pointes augmentent la valeur de la constante C et de la durée de l'arc. L'augmentation de la grandeur des contacts au delà des dimensions généralement adoptées actuellement n'a pas été suivie d'une diminution marquée du développement spécifique de chaleur.

L'influence de la vitesse du déclenchement sur le phénomène de rupture. — Les considérations théoriques émises sont basées sur la loi $s = vt_e$, dans laquelle on désigne par v la vitesse moyenne du déclenchement pendant la rupture. Pour une puissance à rompre déterminée et des constantes données de l'interrupteur et du circuit, la longueur s de l'arc aura une grandeur déterminée par le chemin parcouru; la durée correspondante de l'arc pour v connue se déduit ensuite de la relation ci-dessus. Pour une même puissance à rompre, le temps t_e devra donc varier en fonction de la vitesse v, suivant une hyperbole symétrique de telle sorte que t_e se rapprochera de zéro pour de très grandes vitesses ou tendra vers l'infini pour $v = 0$. Mais on peut cependant supposer, en considérant l'échange de chaleur aux électrodes, que la perte calorique dans l'unité de temps diminue pour une vitesse croissante, de telle sorte que les constantes changent dans le sens d'une augmentation de la durée de l'arc. En réalité, on peut constater cette variation sur toutes les courbes obtenues aux essais. La figure 17 reproduit les résultats d'un essai avec notre interrupteur. On tire de ces courbes les valeurs numériques suivantes :

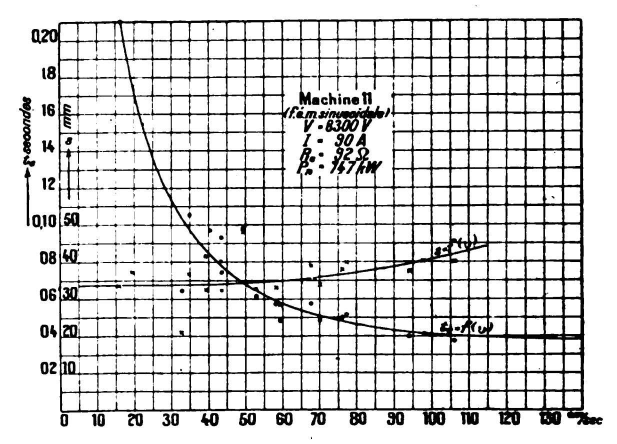
Puissance à rompre 747 kw *sous* 8000 volts, *charge ohmique, rupture unipolaire.*

Vitesse moyenne au déclenchement : env. 80 cm : sec (valeurs moyennes des essais).

	v		t_e	Longueur de l'arc	
cm : sec.	en p. 100 de la normale.	t_e sec.	en p. 100 de la normale.	en cm.	en p. 100 de la normale.
16,5	20,6	0,210	456	3,4	92 (1)
20	25	0,170	370	3,4	92
28	35	0,121	263	3,4	92
40	50	0,085	185	3,4	92
60	75	0,058	126	3,5	94,6
80	**100**	**0,046**	**100**	**3.7**	**100**
100	125	0,041	89	4,05	109,5
120	150	0,039	84,8	4,55	121,5
140	175	0,038	81,5	5,25	142 (2)

Remarques. — (1) Plus grande valeur obtenue avec forte production de fumée dans l'interrupteur; (2) valeurs extrapolées.

Nous voyons que la durée de l'arc et, par suite, le travail de rupture, pour une puissance à rompre donnée, décroissent avec l'augmentation de la vitesse de déclenchement, suivant une courbe hyperbolique, conformément à la loi $t_e = \frac{s}{v}$. La longueur de l'arc croît, à partir d'une certaine vitesse, lentement avec cette vitesse, en sorte qu'une plus grande augmentation de cette dernière n'a plus qu'une faible influence sur la diminution de la durée de l'arc. La valeur limite de cette vitesse utile était pour notre interrupteur d'essais, construction Carl Maier, de 100 cm : sec pour des puissances à rompre pas trop élevées et d'environ 60 cm : sec pour un autre interrupteur essayé, type Œrlikon (ancien modèle pour 200 ampères et 1000 volts). On peut conclure que, pour de telles puissances à rompre, l'augmentation de la vitesse de déclenchement au delà de celle adoptée pour les interrupteurs de construction moderne n'a plus une



Fir. 17. — Variation de la durée de l'arc, en fonction de la vitesse au déclenchement par une puissance à rompre déterminée.

grande influence sur le travail de rupture. Pour de grandes longueurs d'arc, comme il s'en présente dans les cas de rupture sous court circuit, la valeur de t_e en fonction de v se trouve, pour les vitesses ci-dessus, encore dans la partie fortement décroissante de l'hyperbole ou dans la région de courbure, en sorte que pour ces cas-là une augmentation de la vitesse pourrait encore donner de bons résultats. Il est à espérer qu'on pourra établir ces conditions en effectuant des essais avec de très grandes puissances.

La rupture multiple a, comme on pouvait s'y attendre, la meilleure influence sur le travail de rupture, car la durée de l'arc, aussi bien que le développement spécifique de chaleur, C, diminuent avec l'augmentation du nombre des ruptures. Cette influence est déjà connue des spécialistes, qu'il nous suffise donc de la confirmer ici par l'indication

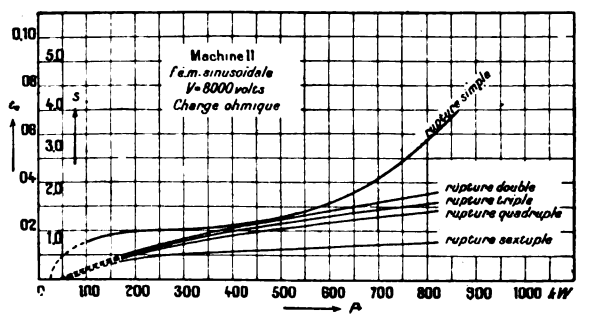


Fig. 18. — Influence des ruptures multiples.

de quelques valeurs obtenues par les essais. La figure 18 représente le tracé des valeurs de t_e en fonction de la puis-

sance à rompre pour des nombres différents de ruptures, et le tableau suivant indique leur influence sur le travail de rupture pour une certaine puissance à rompre.

Interruption unipolaire, sous 8000 volts *avec* 740 kw, *charge ohmique, machine* 11.

Contacts de la maison Sprecher et Schuh; $v = 55$ cm : sec (valeurs obtenues aux essais).

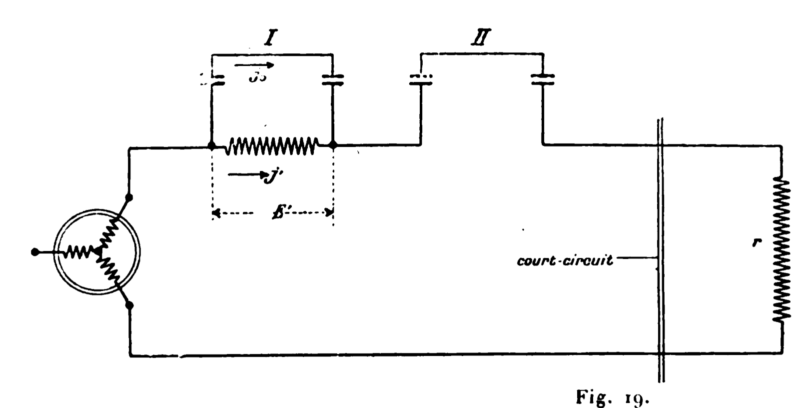
Nombre de ruptures.	t_c en sec.	C en p. 100.	$A = C . t_c . J_0 . E$ en kw : sec.	A en p. 100 de la normale.
1	0,048	2,6	1,095	**100**
2	0,034	2,0	0,596	54,5
3	0,030	1,5	0,394	36,0
4	0,027	1,1	0,257	23,5
6	0,015	1,0	0,131	12,0

Il reste à dire quelques mots sur la façon de se comporter de l'*interrupteur à huile sous pression*. Pour les essais on avait construit un interrupteur à pression qui servit en même temps aux recherches sur les effets thermodynamiques de la rupture. Cette partie des recherches entreprises n'a pas encore été assez approfondie pour permettre des conclusions définitives. Cependant, contrairement à l'attente générale, les essais ont prouvé d'une manière absolue que la durée de l'arc, aussi bien que le développement spécifique de chaleur dans l'interrupteur à huile sous pression, augmentent rapidement avec l'élévation de la pression de l'huile, de telle sorte que le travail de rupture atteint des valeurs considérables. Non seulement cela, mais il se produit encore dans l'interrupteur sous certaines conditions, de fortes surpressions momentanées qui provoquent une nouvelle extension de la durée de l'arc. Si l'on considère en outre les complications que l'emploi des interrupteurs à huile sous pression entraîneraient dans les installations de distribution, cet appareil ne semble à aucun point de vue recommandable.

L'INTERRUPTEUR A HUILE COMBINÉ AVEC UNE RÉSISTANCE OU UNE RÉACTANCE AUXILIAIRE.

L'interrupteur avec résistance auxiliaire. — On a préconisé dans un Chapitre précédent l'emploi de résistances auxiliaires avec les interrupteurs, pour diminuer la valeur du travail de rupture. La résistance ayant pour effet de diminuer l'angle de décalage de phases entre le courant au moment du déclenchement et la tension à vide. Il est intéressant de pouvoir déterminer exactement la valeur de la résistance auxiliaire qu'il faudra prévoir dans chaque cas particulier. C'est ce que nous allons indiquer.

Considérons un interrupteur à huile avec résistance auxiliaire (*fig.* 19). On appellera *court-circuiteur* les deux contacts principaux entre lesquels se produit la première période de déclenchement et indiqués par I dans la figure, le groupe des contacts auxiliaires indiqué par II et entre lesquels se termine le déclenchement sera appelé le *rupteur*.



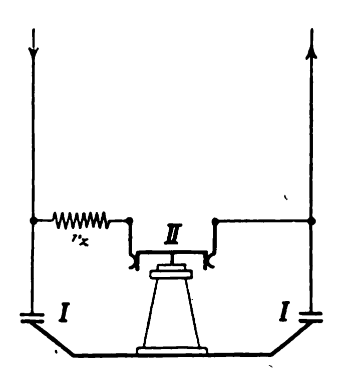


Fig. 19.

L'influence que l'on reconnaît généralement aux résistances auxiliaires est celle de diminuer l'intensité du courant sous laquelle le circuit devra être coupé dans la deuxième période du déclenchement. On a vu qu'il s'ajoute à cette influence un autre effet très important qui est de diminuer l'angle de décalage de phases entre la tension à vide et le courant à interrompre. Si l'on néglige la résistance du court-circuiteur par rapport à celle r_z de la résistance auxiliaire, l'arc au court-circuiteur rompra alors sous un courant J_0. Après chaque rupture de l'arc, au passage d'une demi-période à la suivante il régnera entre les contacts une tension E' égale à la chute de tension causée par le passage d'un courant J' à travers la résistance auxiliaire r_z. Le réamorçage de l'arc se fera sous cette tension E'. L'arc au court-circuiteur aura donc une puissance $J_0 E'$ à interrompre. Si l'on admet que le rupteur n'entre en jeu que lorsque les conditions de possibilité d'existence de l'arc au court-circuiteur ne seront plus remplies, l'énergie à couper dans la deuxième période du déclenchement sera donnée alors par l'expression $J'E$, car pendant les temps où l'arc est éteint il règne entre les contacts du rupteur la tension à vide E de la machine. J' et E' dépendent évidemment de la valeur r_z de la résistance auxiliaire.

Si l'on appelle :

r la résistance ohmique totale dans le circuit d'exploitation;

x l'inductance totale du circuit y compris l'inductance des générateurs et des bobines de réactance éventuelles;

E la tension à vide de l'installation;

J_0 le courant en charge avant le déclenchement,

on obtiendra alors les valeurs suivantes des énergies à couper par le court-circuiteur et le rupteur :

$$J_0 E' \text{ (court-circuiteur)} = \frac{E^2 r_z}{\sqrt{x^2 + r^2}\sqrt{x^2 + (r + r_z)^2}},$$

$$J' E \text{ (rupteur)} = \frac{E^2}{\sqrt{x^2 + (r + r_z)^2}}.$$

Les plus grandes valeurs de ces puissances se trouvent dans le cas du déclenchement sous court circuit lorsque $r = 0$ et seront :

$$(16) \qquad J_0 E' \text{ (court-circuiteur)} = \frac{E^2}{x} \frac{r_z}{\sqrt{x^2 + r_z^2}},$$

$$(17) \qquad J' E \text{ (rupteur)} = \frac{E^2}{x} \frac{x}{\sqrt{x^2 + r_z^2}}.$$

On voit sans autre explication que si r_z est infiniment grand, toute l'énergie sera coupée par le court-circuiteur, tandis que le rupteur ne travaillera pas.

En additionnant les deux puissances partielles on obtient

$$(18) \quad \text{Somme des puissances (16) et (17)} = \frac{E^2}{x} \frac{r_z + x}{\sqrt{x^2 + r_z^2}},$$

qui nous montre la loi intéressante que : *dans le cas de rupture d'un court circuit la somme des puissances déterminantes des arcs dans la première et la deuxième période du déclenchement est toujours plus grande que la puissance totale en court circuit de l'installation.*

On a trouvé, par des calculs que nous ne reproduisons pas, que l'on aura la somme maximum lorsque la résistance auxiliaire égale l'inductance totale.

Dans ce cas,

$$J_0 E' = J' E = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{E^2}{x}$$

$$J_0 E' + J' E = \sqrt{2} \frac{E^2}{x}.$$

Pour calculer le travail de rupture dans les deux périodes du déclenchement il faut connaître, en plus de la puissance à rompre, la durée de l'arc et le facteur important à ce point de vue, soit le décalage de phases entre la tension à vide et le courant en charge. En faisant abstraction de l'état transitoire au moment du déclenchement et en appelant :

φ_0 l'angle de décalage de phases entre J_0 et E dans le circuit;

φ_1 l'angle de décalage de phases entre J_0 et E' au court-circuiteur;

φ_2 l'angle de décalage de phases entre J' et E au rupteur,

on aura

$$\tang \varphi_0 = \frac{x}{r},$$

$$\tang \varphi_1 = \frac{x}{r + r_z},$$

$$\tang \varphi_2 = \frac{\tang \varphi_0 - \tang \varphi_1}{1 + \tang \varphi_0 \tang \varphi_1};$$

on trouvera de plus que, quelle que soit la valeur de r_z, φ_1 et φ_2 seront plus petits que φ_0, et que si r_z augmente, le décalage au court-circuiteur, φ_1 se rapprochera de φ_0, tandis que le décalage φ_2 au rupteur s'éloignera de φ_0.

Enfin, dans le cas du court circuit, lorsque $\varphi_0 = 90°$, on aura

$$(19) \qquad \tang \varphi_1 = \frac{r_z}{x},$$

$$(20) \qquad \tang \varphi_2 = \frac{x}{r_z}.$$

Pour $x = r_z$ les angles seront égaux,

$$\tang \varphi_1 = \tang \varphi_2 = 1.$$

En réalité, par suite des phénomènes de transition, les conditions du déclenchement ne seront pas tout à fait celles indiquées, mais en général plus favorables, et, s'il n'en est pas tenu compte, c'est surtout pour ne pas compliquer inutilement les calculs.

Le travail de rupture dans l'interrupteur sera donné par la somme du travail de rupture A_1 au court-circuiteur et du travail A_2 au rupteur. Il sera, d'après les équations (12) et (14),

$$(21) \quad A_1 + A_2 = J_0 E' c_1 t_{r_1} (1 + K_1 \tang \varphi_1 + \ldots) + J' E c_2 t_{r_2} (1 + K_1 \tang \varphi_2 + \ldots).$$

Dans cette équation, t_{r_1} et t_{r_2} représentent la durée de l'arc au court-circuiteur et au rupteur dans le cas de déclenchement des puissances $J_0 E'$ ou respectivement $J' E$ sous un angle de décalage $\varphi = 0$.

Les essais effectués ont permis de calculer la variation de A_1, A_2 en fonction de la résistance r_z pour un cas déterminé et le résultat est que, pour de très petites résistances auxiliaires, on aura au rupteur de très grandes valeurs pour le travail de rupture et au contraire ce travail sera presque nul au court-circuiteur. L'inverse se produira pour de grandes résistances auxiliaires. La somme minimum du travail de rupture au court-circuiteur et de celui au rupteur sera obtenue lorsque ces travaux seront égaux, $A_1 = A_2$. En recherchant dans les mêmes conditions le rapport le plus favorable entre la valeur de la résistance auxiliaire et les données du circuit ainsi que les constantes de l'arc, on a trouvé que le travail de rupture le plus petit était obtenu lorsque $r_z = x$, valeur pour laquelle on a vu que les puissances $J_0 E'$ et $J' E$ et les angles φ_1 et φ_2 sont égaux entre eux. En procédant par un calcul absolument général on est arrivé exactement au même résultat. Il s'ensuit que, *quelle que soit l'influence du décalage de phases (retard du courant) dans le circuit sur la durée de l'arc, la somme minimum du travail de rupture au court-circuiteur et de celui au rupteur dans le cas de déclenchement d'un court circuit sera obtenue lorsque la valeur r_z de la résistance auxiliaire sera égale à l'inductance totale du circuit court-circuité.*

L'interrupteur avec réactance auxiliaire. — En Amérique on a proposé de remplacer les résistances auxiliaires par des bobines de réactance qui sont introduites dans le circuit au moment du déclenchement [1]. Il a déjà été

[1] Voir *La Revue électrique*, n° 243, février 1914.

dit plus haut (*voir* p. 175) que cette pratique était une erreur. Si l'on considère en effet un interrupteur avec bobine de réactance x_z branchée dans l'appareil à la place d'une résistance auxiliaire en parallèle avec le court-circuiteur, on trouvera facilement que les énergies à rompre sont

$$(22) \qquad J_0 E' = \frac{E^2}{x} \frac{x_z}{x_z + x},$$

$$(23) \qquad J' E = \frac{E^2}{x} \frac{x}{x_z + x}.$$

Dans ces formules $\frac{E^2}{x}$ représente la puissance maximum en court circuit de l'installation. On voit sans autre que la somme des énergies à couper au rupteur et au court-circuiteur est dans tous les cas égale à $\frac{E^2}{x}$ tandis que cette somme est toujours plus grande pour l'interrupteur avec résistance auxiliaire. Donc, au point de vue de l'énergie à rompre en kilovolts-ampères, la bobine de réactance est plus favorable que la résistance auxiliaire. Mais cet avantage disparaît quand on considère le décalage de phases sous lequel se fait la rupture.

On trouve

$$(24) \qquad \text{tang}\,\varphi_1 = \text{tang}\,\varphi_0 + \frac{x^2 + r^2}{r x_z},$$

$$(25) \qquad \text{tang}\,\varphi_2 = \text{tang}\,\varphi_0 + \frac{x_z}{r}.$$

Les derniers termes de ces équations sont toujours positifs quelle que soit la valeur de x_z. Il s'ensuit que la bobine de réactance a pour effet d'augmenter le décalage de phases sous lequel se fait la rupture, au court-circuiteur aussi bien qu'au rupteur. Dans le cas extrême du court circuit complet, $\varphi_0 = 90°$, tang φ_1 et tang φ_2 atteindront par suite des valeurs infiniment grandes pour n'importe quelle valeur de x_z, la rupture se fera toujours avec la plus grande longueur d'arc. Celle-ci n'est admissible que si en même temps on limite le travail de rupture qui est donné par l'expression $A = J_0 E c t_e$, ce qui n'est possible que par l'emploi de très grandes réactances. Celles-ci par contre ne pourront pas être branchées dans l'interrupteur, parce qu'elles modifieraient la répartition des charges de telle façon que le court-circuiteur aurait toute l'énergie à couper sous un décalage extrêmement grand pendant que le rupteur n'aurait presque pas à travailler.

Plus généralement, les bobines de réactance sont branchées en séries dans le circuit à interrompre, elles sont indépendantes des interrupteurs. Ceux-ci à leur tour n'ont que des contacts rupteurs, et il ne se produit qu'une seule période de déclenchement.

Dans ces conditions le travail de rupture au déclenchement d'un circuit ayant une résistance r et une réactance x est donné, d'une manière générale, par

$$(26) \qquad A = \frac{E^2}{\sqrt{x^2 + r^2}} \bar{c}\, \bar{t}_r \left[1 + K_1 \left(\frac{x}{r}\right) + K_2 \left(\frac{x}{r}\right)^2 + \ldots \right].$$

Dans cette formule c et t_r sont les valeurs moyennes déjà connues, que l'on considère comme constantes. Il s'agit maintenant de trouver pour quelles valeurs de x on aura un minimum de A. Les essais effectués jusqu'à présent n'ont malheureusement pas encore permis de déterminer en général, les fonctions suivant lesquelles les coefficients K_1, K_2, ... varient. Dans un circuit à 6000 volts avec une résistance de 2 Ω en court circuit et une réactance x variable, on a calculé que le travail de rupture minimum était de 6 kw-sec pour $x = 0$ et une puissance en court circuit = 18 000 kv-A. En introduisant dans le circuit une réactance auxiliaire de 2,5 Ω on obtenait comme résultat, pour le travail de rupture, 29 kw-sec malgré que la puissance en court circuit soit tombée à 11 400 kv-v. A une plus grande augmentation de la réactance ne correspond aucun autre maximum de travail de rupture, au contraire, le travail A tend à se rapprocher d'une valeur limite qui est de 7,5 kw environ pour $x = \infty$. Les valeurs du travail de rupture sont en outre d'autant plus grandes que la résistance r du circuit est plus petite, les autrs conditions restant les mêmes.

Sans vouloir généraliser, on peut déduire de cet exemple que l'effet protecteur de la bobine de réactance n'est que relatif. On ne pourra pas, dans le cas d'un court circuit complet, où r est pratiquement nulle, déterminer un travail de rupture maximum qui ne sera jamais dépassé, comme c'est le cas avec l'emploi d'une résistance auxiliaire.

La combinaison d'un interrupteur avec résistance auxiliaire, avec une bobine de réactance en série dans le circuit. — On a déduit plus haut que, dans le cas de déclenchement sous un court circuit, le travail de rupture sera minimum lorsque la résistance auxiliaire r_z sera égale à l'inductance totale x dans le circuit. Pour calculer la valeur absolue du travail de rupture minimum il est nécessaire de connaître la fonction f (tang φ). Si l'on considère que pour $r_z = x$ les énergies à rompre dans chacune des deux périodes du déclenchement sont égales entre elles et ont pour valeur $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{E^2}{x}$ et que les décalages de phases sont aussi égaux entre eux, tang φ_1 = tang $\varphi_2 = 1$, on pourra alors écrire pour le travail de rupture minimum

$$(27) \qquad (A_1 + A_2)_{\min} = \sqrt{2} \frac{E^2}{x} c\, t_r (1 + K_1 + K_2 + \ldots).$$

La valeur de c qu'il faut introduire dans cette formule est celle correspondant à tang $\varphi = 1$; t_r est la durée moyenne de l'arc de rupture d'une puissance $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{E^2}{x}$ à la tension à vide de E, respectivement $E' = \frac{E}{\sqrt{2}}$.

On voit, d'après cette formule, que la *sollicitation de l'interrupteur avec résistance auxiliaire égale à l'inductance dans le circuit sera, sous une tension donnée, d'autant plus faible que l'inductance totale sera grande.*

Il est fort peu probable qu'en pratique l'inductance des circuits que l'interrupteur devra rompre soit égale dans tous les cas possibles à la résistance auxiliaire dans l'interrupteur. Il faut donc encore rechercher comment se comportera un interrupteur avec une résistance auxiliaire r_z donnée lorsqu'il devra rompre sous court circuit, avec une inductance $x \gtrless r_z$.

Le travail de rupture A_1 au court-circuiteur et celui A_2 au rupteur seront donnés par

$$A_1 = J_0 E' c_{(1)} t_{r_{(1)}} f(\tang \varphi_1)$$

et

$$A_2 = J' E\, c_{(2)} t_{r_{(2)}} f(\tang \varphi_2)$$

et leur somme $A_1 + A_2$ donnera la sollicitation totale de l'interrupteur.

Les énergies $J_0 E'$ et $J' E$ ainsi que les décalages tang φ_1 et tang φ_2 s'obtiennent des formules (16), (17), (19) et (20). On voit de suite que pour une induction croissante $J_0 E'$ et tang φ_1 diminuent. Par suite A_1 diminuera également. A_2 par contre augmentera; mais à cause de la résistance auxiliaire r_z en série dans le circuit, ce travail se maintiendra pour une tension donnée entre certaines limites maxima et minima déterminées.

Pour une inductance très grande par rapport à la résistance auxiliaire, A_1 sera très petit relativement à A_2 et inversement pour une résistance auxiliaire très grande relativement à l'inductance la sollicitation de l'interrupteur sera déterminée surtout par A_1 qui sera très grand relativement au travail de rupture au rupteur.

D'une manière générale les variations possibles de A_1 sont plus grandes que celles de A_2. Si donc un interrupteur à huile avec résistance auxiliaire r_z doit fonctionner sous un court circuit et une certaine tension à vide déterminée, il aura toujours à supporter un travail de rupture total plus faible que celui qui correspondrait à la valeur théorique de r_z, si l'inductance est plus grande que la résistance. Au contraire, le travail de rupture total augmentera d'autant plus que l'inductance du circuit à ouvrir sera petite par rapport à la résistance auxiliaire.

Indications pratiques pour le choix de la résistance auxiliaire et la disposition des bobines de réactance. — D'après les considérations qui précèdent on a, dans l'emploi d'une résistance auxiliaire choisie judicieusement, un moyen de déclencher un court circuit sous un faible décalage de phases quelle que soit l'inductance du circuit. La diminution de la puissance en court circuit, par des bobines de réactance, comme on les emploie dans de grandes usines pour protéger les machines loin d'être un mal peut ainsi avoir une influence favorable sur l'interrupteur, si celui-ci est muni d'une résistance auxiliaire correspondante. L'emploi d'un interrupteur avec résistance auxiliaire est donc indiqué partout ou l'interrupteur devra supporter de très grandes sollicitations. On choisira la résistance auxiliaire de telle façon que $r_z = x$ pour la plus grande puissance en court circuit $\frac{E^2}{x}$ possible à l'endroit où se trouve placé l'interrupteur. Dans ce cas, le travail de rupture minimum possible se répartira également au court-circuiteur et au rupteur de l'appareil. Dans tous les autres cas où un court circuit devra être déclenché par cet interrupteur, l'inductance sera plus grande que r_z et la sollicitation de l'interrupteur sera plus faible quoique le travail total de rupture soit inégalement réparti, sur les deux groupes de contacts. Il n'est cependant pas nécessaire, pour obtenir le travail de rupture minimum, de choisir une résistance auxiliaire avec une exactitude mathématique égale à l'inductance du circuit. On a en effet, dans les considérations ci-dessus, fait abstraction des phénomènes de transition. Ceux-ci sont cause, spécialement lorsque des transformateurs sont branchés dans le circuit à interrompre, que la valeur réelle du travail de rupture restera en dessous de la valeur minimum calculée. On aura donc une certaine marge dans le choix de la résistance et, comme des essais l'ont démontré, on pourra choisir en général r_z de 1 à 2 fois plus grand que la valeur donnée par $r_z = x$.

Puisque, dans un interrupteur avec résistance auxiliaire, tous les contacts concourrent à la rupture il faudra tous les construire pour qu'ils puissent supporter les effets naturels de l'arc électrique. Ainsi des contacts en forme de brosse, employés généralement comme contacts prinpaux et formant ce que nous avons appelé le court-circuiteur, devront être munis de pare-étincelles. Si l'on recherche à répartir le travail de rupture également entre le court-circuiteur et le rupteur, il sera logique de prévoir pour ces deux groupes le même nombre de contacts en série.

Actuellement on emploie des résistances auxiliaires relativement grandes pour limiter l'intensité du courant de choc à l'enclenchement. Au déclenchement sous court circuit, les interrupteurs ainsi construits présentent cette particularité que, par suite de la grande valeur de la résistance auxiliaire, la majeure partie du travail de rupture se produira au court-circuiteur, c'est-à-dire aux contacts principaux, tandis que le rupteur n'aura presque rien à supporter. Nous signalons ce fait parce qu'à notre connaissance il n'est généralement pas tenu compte de ce déplacement du travail de rupture, dans la construction des interrupteurs à huile.

Conclusions. — Les considérations qui précèdent, sur l'influence de l'emploi d'une résistance auxiliaire dans l'interrupteur à huile, montrent que pour chaque court circuit que l'interrupteur peut avoir à déclencher, suivant la position qu'il occupe, il existe une valeur de la résistance pour laquelle la puissance en court circuit maximum peut être déclenchée avec un travail de rupture minimum également réparti sur les deux groupes de contacts de l'interrupteur. Il est indiqué de choisir la valeur de la résistance à ce point de vue, pour obtenir la plus grande sécurité de fonctionnement possible de l'interrupteur. Si d'autres raisons font adopter une résistance plus grande que la plus petite valeur de l'inductance du circuit à ouvrir, il faudra alors tenir compte de la différente répartition du travail de rupture entre le rupteur et le court-circuiteur, ce dernier ayant le plus grand travail à supporter.

Les recherches entreprises ont donc déjà donné un premier résultat pratique pouvant être utilisé directement par le constructeur. Nous avons déjà indiqué au cours de cet article que les essais n'étaient pas encore terminés. Il reste en outre à étudier la sollicitation thermodynmique de l'interrupteur à huile ainsi que différents moyens préconisés pour éviter les explosions. Certains résultats ont déjà été obtenus, mais demandent à être confirmés. Des essais sont en cours actuellement et nous espérons bientôt les voir aboutir et donner ainsi au constructeur le moyen de calculer ses interrupteurs et à l'exploitant la sécurité dans leur emploi.

P. Torchie.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

MAGNÉTISME.

Les propriétés magnétiques de quelques alliages de fer fondus dans le vide.

Dans le cours de ces dernières années M. Trygve D. Yensen a fait, au Laboratoire d'essais industriels de l'Université d'Illinois, de nombreuses mesures magnétiques sur divers alliages de fer obtenus en fondant dans le vide du fer pur préparé par électrolyse avec les autres constituants de l'alliage. La description des appareils employés et l'exposé des résultats des mesures ont donné lieu à plusieurs publications dans le *Bulletin of the Engineering Experiment Station of the University of Illinois* ainsi que dans les *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers.* Dans la plus récente des publications faites dans ce dernier recueil l'auteur revient sur les résultats antérieurement publiés et donne un exposé de l'ensemble de ces recherches. C'est cette publication (¹) que nous résumons ci-dessous.

I. Matériaux employés et méthode de mesure (²) — Le fer électrolytique employé à la confection des alliages contient moins de 0,01 pour 100 de carbone et environ 0,01 pour 100 de silicium; après broyage, ce fer était chimiquement purifié, lavé, puis séché dans le vide. Le fer ainsi purifié était mis dans un creuset de magnésie avec les autres constituants de l'alliage qu'on voulait former; le creuset était placé dans un four Arsem à vide et l'alliage y était fondu sous une pression de 0,5 mm de mercure. Les lingots obtenus, après s'être refroidis lentement dans le four, étaient réchauffés puis forgés en tiges cylindriques d'environ 12,5 mm de diamètre sur 50 cm de longueur d'où l'on tirait les éprouvettes d'essais : une éprouvette pour les mesures magnétiques et électriques, deux à extrémités filetées pour les essais mécaniques, un petit tronçon pour l'examen métallographique. Les essais étaient effectués d'abord sur les pièces forgées dans leur état primitif, puis après avoir recuit ces pièces à 900° C. et les avoir refroidies à raison de 30° par heure, enfin après recuit à 1100° C. et refroidissement dans les mêmes conditions. Pour les alliages fer-cobalt et fer-silicium le recuit était fait dans le vide afin d'éliminer toute chance d'introduction d'impuretés par les gaz.

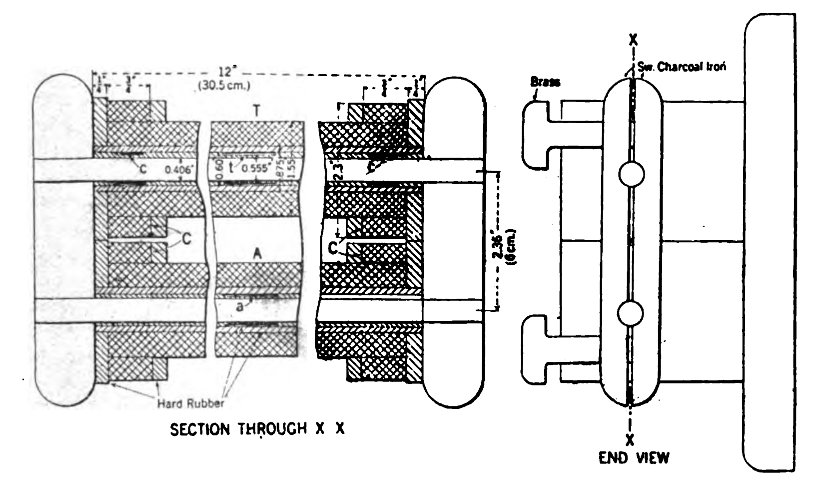


Fig. 1. — Perméamètre.

T et A, bobines de 10 couches de fil de cuivre émaillé, n° 18 B and S (1,024 mm de diamètre, 7,875 tours par cm); *t* et *a*, bobines de chacune 64 tours de fil de cuivre, n° 30 B and S (0,255 mm de diamètre); C et *c*, bobines de chacune 32 tours de fil de cuivre, n° 30 B and S, connectées en série; Hard rubber = ébonite; Brass = cuivre; Sw Charcoal Iron = fer de Suède au charbon de bois.

Les mesures magnétiques étaient faites au moyen de l'appareil de Burrows par la méthode du joug, deux barrettes parallèles étant serrées entre deux mâchoires ou jougs (*fig.* 1); les résultats étaient corrigés de manière à tenir compte des perturbations dues aux joints (le calcul des corrections est indiqué en détail dans le Mémoire). L'appareil était étalonné de temps à autre; en outre ses indications étaient comparées aux résultats obtenus

(¹) *Proceedings A. I. E. E.*, t. XXXIV, octobre 1915, p. 2455-2497.

(²) On trouvera de plus amples renseignements dans les n° 72 et 77 du *Bull. of the Eng. Exp. Stat. of the Univ. of Illinois.*

au Bureau of Standards avec quelques-uns des échantillons étudiés. Toujours les résultats trouvés par M. Yensen ont été en parfait accord avec ceux du Bureau of Standards et ceux des laboratoires de quelques sociétés industrielles à qui des échantillons avaient été remis; toutefois, d'une manière générale, les valeurs de la perméabilité trouvées au laboratoire de l'Université d'Illinois sont légèrement plus basses que celles inscrites sur les certificats du Bureau of Standards.

II. Alliages fer-bore et fer-carbone. — Le bore et le carbone semblent agir d'une manière analogue sur les propriétés magnétiques du fer; c'est la raison pour laquelle l'auteur considère ensemble les alliages formés par ces deux corps. Il n'insiste d'ailleurs pas sur les propriétés du fer carburé, ces propriétés étant bien connues par les nombreuses recherches dont il a été l'objet (1).

Par contre les alliages bore-fer n'ont guère été étudiés et il semble qu'aucune recherche pratique n'ait été faite sur leurs propriétés magnétiques avant celle de M. Yensen. Comme les résultats obtenus par celui-ci paraissent indiquer qu'il n'y a guère d'espoir de trouver un alliage bore-fer possédant l'ensemble des qualités exigées par la pratique, nous résumerons brièvement (2) ces résultats :

1° Une faible proportion de bore ajoutée au fer fondu dans le vide a un double effet : d'une part une partie du bore réduit l'oxyde de fer présent dans le fer, d'autre part le reste du bore se combine avec le fer; à ce point de vue le bore se comporte donc autrement que le carbone.

2° De petites additions de bore améliorent légèrement les propriétés magnétiques du fer, sans doute à cause de la réduction de l'oxyde; cette amélioration atteint son maximum quand la proportion de bore atteint 0,05 pour 100; au delà de cette proportion, c'est-à-dire à partir du point où la quantité de bore combiné devient mesurable, l'effet du bore est nuisible aux qualités magnétiques.

3° Le bore accroît la résistivité électrique du fer à raison d'environ 0,62 microhm-cm par 0,1 pour 100 de bore combiné.

4° L'influence du bore sur les propriétés mécaniques du fer est en général semblable à celle du carbone.

III. Alliage fer-cobalt, Fe^2Co. — La première étude magnétique d'un alliage de ce type est due à M. P. Weiss (3), qui trouva que son intensité d'aimantation à saturation est d'environ 10 pour 100 plus élevée que celle du fer pur, cette dernière étant, d'après des mesures antérieures faites sur le fer et ses alliages dans des champs intenses par Ewing et Low (4), Du Bois (5), Gumlich (1) et par Hadfield et Hopkinson (2), compris entre 1680 et 1750.

L'alliage étudié par M. Yensen fut préparé comme il a été dit plus haut avec du fer pur électrolytique et 33,34 pour 100 de cobalt pur; sa composition répond à la formule Fe^2Co.

Les mesures de l'intensité d'aimantation à saturation furent faites par M. E.-H. Williams, du laboratoire de Physique de l'Université; leurs résultats, indiqués dans le tableau suivant, montrent que cette intensité est d'environ 13 pour 100 plus grande que celle du fer pur.

Tableau I.

Intensité d'aimantation à saturation de Fe et de Fe^2Co.

		Recuit à	
	Forgé.	900° C.	1100° C.
Fe pur fondu dans le vide............	1798	1803	1803
Fe^2Co, n° 1, fondu dans le vide.......	1977	1967	1967
» n° 2, »	2036	2039	2039
» n° 3, »	2057	2048	2048
» de Weiss..........	1977	»	»
» » refondu dans le vide..	2038	»	»
Acier laminé......	1750		

Les courbes de la figure 2 (3) montrent comment varie l'intensité d'aimantation, ou plus exactement le produit de cette quantité par 4π, quand on fait varier le champ magnétisant. On voit que pour des valeurs moyennes du champ, telles que 50 à 200 gilberts par centimètre, l'intensité d'aimantation de l'alliage fer-cobalt est de 25 pour 100 environ supérieure à celle que prend le fer pur pour la même force magnétisante; ce n'est que pour les champs faibles, inférieurs à 7,5 gilberts : cm, que la courbe de l'alliage passe au-dessous de celle du fer pur.

Le tableau suivant donnent les valeurs de quelques autres grandeurs magnétiques. Il indique que la perméabilité de l'alliage fer-cobalt est, aux hautes inductions, de beaucoup plus grande que celle des meilleurs fers commerciaux, tandis que sa perte par hystérésis est au contraire notablement plus faible; ce sont là des qualités qui donnent à l'alliage fer-cobalt un intérêt pratique pour la construction de certaines pièces de machines, par exemple des induits dentés.

Les propriétés mécaniques de l'alliage fer-cobalt ne sont pas particulièrement avantageuses. A l'état forgé, quoique plus fragile, sa résistance à la traction est considérablement plus élevée que celle du fer pur. Après avoir été recuit à 900°, sa résistance à la traction a diminué de un tiers, et il est plus cassant qu'auparavant. Il se peut

(1) La plus récente étude des alliages fer-carbone est celle de Gumlich, publiée dans *Trans. Faraday Soc.*, Vol. VIII, 1912, p. 98.

(2) Pour plus de détails consulter le n° 77 du *Bull. of the Eng. Exp. Stat. Univ. of Illinois*, 1915.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLVI, 1913, p. 1970.

(4) *Proc. Royal Society*, Vol. XLII, 1877, p. 200; *Phil. Trans.*, Vol. CLXXX, A, 1889, p. 221.

(5) *Phil. Mag.*, t. XXIX, 1890, p. 293.

(1) *Elektrotech. Zeitschr.*, t. XXX, 1909, p. 1065.

(2) *Journ. Inst. Elect. Eng.*, décembre 1910.

(3) En raison de la netteté des figures du texte américain et dans la crainte que leur reproduction manuelle n'apporte quelque erreur dans la forme des courbes, nous les avons fait reproduire par photographie; il s'ensuit que les indications écrites sur ces figures sont restées en langue anglaise; pour chaque figure une légende donne la traduction de ces indications, avec omission toutefois de celles de ces indications déjà traduites à propos d'une précédente figure.

que, lorsqu'il est recuit à une température inférieure à 900°, il perde un peu moins de sa résistance à la traction, et qu'en même temps, il acquiert des propriétés magnétiques analogues à celles que lui donne le recuit à 900°, mais on n'a pas fait d'essais dans ce sens.

La résistance électrique de l'alliage Fe^2Co est à peu près la même que celle du fer pur, de sorte que son emploi est impossible, quand les courants de Foucault ont une grande importance.

Le recuit de l'alliage à 1100° C. diminue la perméabilité et accroît considérablement les pertes par hystérésis; la valeur de la saturation reste cependant la même.

TABLEAU II. — *Propriétés magnétiques du fer-cobalt et du fer pur.*

	Perméabilité maximum.	Densité pour la perméabilité maximum en gauss.	Pertes par hystérésis en ergs par cm³ et par cycle		Force coercitive en gilbert cm		Aimantation rémanente en gauss.		Traitement thermique
			pour B_{max} = 10 000 G.	pour B_{max} = 15 000 G.	pour B_{max} = 10 000 G.	pour B_{max} = 15 000 G.	pour B_{max} = 10 000 G.	pour B_{max} = 15 000 G.	
Fe pur, fondu dans le vide...	22 800	10 000	820	1700	0,27	0,33	9250	14 000	Recuit à 900° C.
Fe^2Co » ...	13 200	8 000	1460	3200	0,48	0,65	9100	12 000	
Fers commerciaux :									
Acier Standard pour transformateurs............	3 850	7 000	3320	5910	1,20	1,33	7700	9 900	(1)
Acier au silicium à 4 %..	3 400	4 000	2260	3030	0,88	0,88	5400	5 400	
Fer de Suède au ch. de bois	4 850	6 500	2490	4530	0,88	0,95	6900	8 000	Rt à 900° C.
Fe pur, fondu dans le vide...	24 300	8 500	686	1655	0,22	0,26	9300	13 000	Recuit à 1100° C.
Fe^2Co » ...	8 800	8 000	2230	4400	0,75	1,00	9300	12 300	

(1) Soumis au traitement industriel Standard.

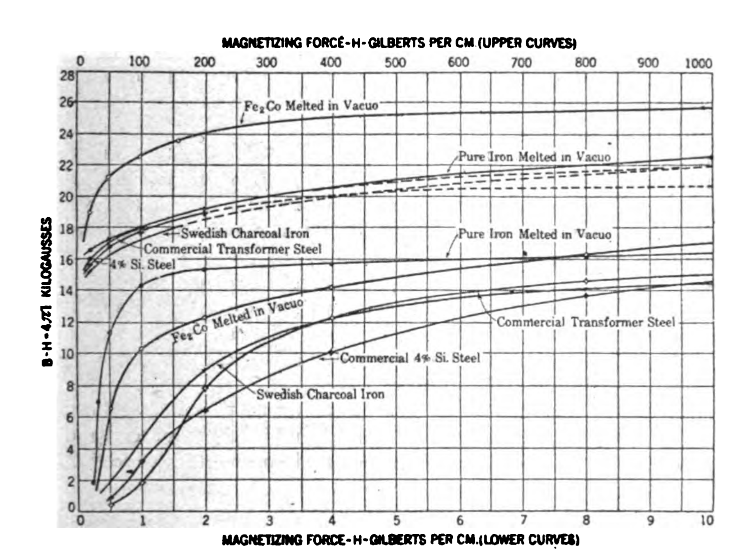


Fig. 2. — Courbes d'aimantation de divers fers et alliages recuits.

Magnetizing force = Force magnétisante; Melted in vacuo = fondu dans le vide; Commercial transformer steel = acier commercial pour transformateurs; Pure iron = fer pur.

Les résultats obtenus dans les essais peuvent être résumés comme il suit :

1° L'alliage de fer et de cobalt, Fe^2Co, a une valeur de saturation magnétique de 13 pour 100 plus élevée que celle du fer doux. La fusion dans le vide augmente ces valeurs de 3 pour 100 environ, aussi bien pour l'alliage que pour le fer doux.

2° Quand il est fondu dans le vide, l'alliage a une perméabilité supérieure à 13 000 pour une induction de 8000 gauss. Sa perméabilité pour des champs moyens est de 25 pour 100 supérieure à celle du fer pur.

3° Les pertes par hystérésis pour des inductions inférieures à 10 000 gauss sont considérablement plus faibles que celles des meilleures sortes de fer pour transformateur. Elles sont à peu près les mêmes pour des inductions supérieures à 15 000 gauss.

4° La résistivité de l'alliage est d'environ 10 microhms-cm, c'est-à-dire à peu près la même que celle du fer pur.

5° Au point de vue des propriétés mécaniques, l'alliage est cassant, mais il résiste bien à la traction. Les résistances à la traction de l'alliage et du fer pur sont à peu près les mêmes quand ils sont recuits, tandis que, quand ils ne le sont pas, la résistance de l'alliage est à peu près le double de celle du fer.

L'alliage est donc un métal qui est désigné pour être employé dans la fabrication des parties où l'induction magnétique est très élevée. Sa fragilité peut cependant être un obstacle sérieux à un tel emploi. Quant à sa résistivité électrique, qui est faible, il y a lieu de penser qu'elle pourrait



être accrue par l'addition de quelque autre élément à l'alliage.

IV. Alliages fer-silicium. — Si l'on excepte les aciers et fers carburés, les alliages fer-silicium sont certainement les alliages qui ont été le plus étudiés pendant ces dernières années. Cela est dû à ce que les premiers termes de cette série d'alliages sont nettement supérieurs au fer pur et aux autres alliages de fer pour certaines applications importantes de l'électrotechnique. Ils ont été étudiés aux points de vue chimique, métallurgique et physique et leurs propriétés sont aujourd'hui bien connues.

L'influence du silicium sur leurs propriétés mécaniques a été reconnue dès le début du siècle dernier quand Mushet constata que l'addition de sable au fer fondu rendait ce fer plus dur et plus fragile. Ce résultat fut confirmé par d'autres expérimentateurs (1), mais ce ne fut que dans les dernières années du siècle que des recherches méthodiques furent entreprises sur les alliages de fer-silicium. Elles commencèrent en 1887 avec Tilden, Roberts-Austin et Turner (2), furent continuées par Hadfield (3) en 1889, par Baker (4) en 1903, puis reprises par Guillet (5) en 1904, Bisset (6) en 1910 et Paglianti (7) en 1912.

En même temps que les propriétés mécaniques, Hadfield étudia les propriétés magnétiques (8) de ces alliages. Les premiers résultats qu'il obtint n'étaient guère favorables à une application pratique des alliages fer-silicium car il trouva que « l'alliage étudié, contenant 4,43 pour 100 de silicium et 0,18 de carbone, a une susceptibilité moindre et une aimantation rémanente plus grande que le fer doux de bonne qualité, mais cette aimantation rémanente est énormément moins grande que celle de l'acier dur employé pour la confection des aimants ». Néanmoins Hadfield continua ses recherches et en 1900, en collaboration avec Barrett et Brown, il constata que deux alliages fer-silicium contenant, l'un 2,5 et l'autre 5,5 pour 100 de silicium, possédant une perméabilité élevée, donnent lieu à une perte par hystérésis notablement moindre que le fer et ont une résistivité croissant de 10 à 12 microhms-cm par chaque augmentation de 1 pour 100 dans la teneur en silicium (9). Cette découverte provoqua l'immédiate adoption des aciers au silicium dans l'électrotechnique, particulièrement pour la construction des transformateurs et suscita de nombreux travaux; il convient de noter ceux de Gumlich et Schmidt (1), de Baker (2), de Dilner et Engstrom (3), de Guertler (4), de Burgen et Aston (5), de Gumlich et Goerens (6), et de Paglianti (7). Bien que les résultats numériques de ces recherches diffèrent considérablement, ils mettaient cependant hors de doute que le silicium provoque, en général, une diminution des pertes par hystérésis et une augmentation de la perméabilité, ces modifications heureuses dans les propriétés magnétiques devenant très importantes pour une teneur d'environ 2 pour 100 en silicium et se continuant jusqu'à ce qu'on approche de la limite de forgeabilité (teneur d'environ 7 pour 100), Gumlich et Goerens exprimaient d'ailleurs l'opinion, déjà émise par Hadfield et Hopkinson, que cette amélioration ne doit pas être attribuée à une influence directe du silicium (car le silicium abaisse l'intensité d'aimantation à saturation du fer), mais à ce que le silicium neutralise l'influence du carbone; ils constatèrent en effet que, dans un ferro-silicium contenant 3 à 4 pour 100 de carbone ou plus, ce carbone ne s'y trouve ni à l'état dissous ni l'état à combiné, mais est tout entier à l'état de graphite dont l'influence sur les propriétés magnétiques est moins néfaste que celle des autres états du carbone. Cette manière de voir fut confirmée par Paglianti.

Les recherches de M. Yensen portèrent sur 33 alliages fer-silicium et, pour comparaison, sur cinq échantillons de fer pur. La teneur en silicium des alliages, déterminée par l'analyse chimique, variait de 0,068 à 4,390 pour 100; les seules impuretés étaient du carbone (environ 0,01 pour 100) et de l'oxygène. Dans le fer pur employé la proportion d'oxygène était, malgré les précautions prises, de 0,4 pour 100. La comparaison de la teneur des alliages en silicium d'après l'analyse chimique avec la teneur qu'on aurait dû avoir d'après la proportion de silicium ajouté montre que le silicium commence par réduire l'oxyde de fer avant de se combiner au fer; en cela il diffère du carbone qui lui commence par se combiner au fer et se comporte comme le bore, mais avec une activité moindre que ce dernier pour la réduction de l'oxyde.

M. Yensen a étudié avec soin les propriétés mécaniques de ces divers alliages; nous renverrons au Mémoire original pour les résultats de cette étude et nous nous bornerons ici à relater ceux de l'étude des propriétés magnétiques et électriques.

Les résultats des essais magnétiques et électriques sont résumés dans les tableaux III et IV qui se rapportent respectivement à des échantillons recuits à 900° C. et à

(1) *Voir* P. Paglianti, *Métallurgie*, t. IX, 1912, p. 217, qui donne une bibliographie de la question.

(2) *Report of British Assoc. for the Adv. of Science*, 1888.

(3) *Journ. Iron and Steel Inst.*, 1889, t. II, p. 222.

(4) *Journ. Iron and Steel Inst.*, 1903, t. II, p. 312.

(5) *Revue de Métall.* (Mémoires), 1904, p. 46.

(6) *Iron Age*, 25 août 1910.

(7) *Métallurgie*, t. IX, 1912, p. 217; *Revue de Métall.* (extraits), 1914, p. 4.

(8) *Journ. Iron and Steel Instit.*, 1889, t. II, p. 237.

(9) Barrett, Brown et Hadfield, *Scient. Trans. Royal Dublin Soc.*, t. VII, 2e série, part 4, janvier 1900; *Journ. Inst. of Elec. Eng.*, t. XXXI, 1901-1902, p. 674.

(1) *Elektrotech. Zeitsch.*, t. XXII, 1901, p. 691.

(2) *Journ. Iron and Steel Inst.*, 1903, t. II, p. 312; *Journ. Inst. of Elect. Eng.*, t. XXXIV, 1904-1905, p. 498.

(3) *Journ. Iron and Steel Inst.*, 1905, t. I, p. 474.

(4) *Zeitsch. anorg. Chemie*, t. LI, 1906, p. 397.

(5) *Met. and Chem. Eng.*, mars 1910.

(6) *Trans. Faraday Soc.*, t. VIII, 1912, p. 98.

(7) *Métallurgie*, t. IX, 1912, p. 217; *Revue de Métall.* (extraits), t. XI, janvier 1914, p. 4.

TABLEAUX III ET IV. — *Essais magnétiques et électriques.*

NUMÉROS des échantillons.	PROPORTION de silicium pour 100.	PERMÉABILITÉ maximum.	INDUCTION en gauss correspondant au maximum de perméabilité.	PERMÉABILITÉ pour $B = 10000$ g.	PERTE par hystérésis en ergs par cm³ et par cycle		AIMANTATION rémanente en gauss.		FORCE COERCITIVE en gilbert : cm.		RÉSISTIVITÉ à 20° C. en microhm-cm
					pour $B_{max} = 10000$ G.	pour $B_{max} = 15000$ G.	pour $B_{max} = 10000$ G.	pour $B_{max} = 15000$ G.	pour $B_{max} = 10000$ G.	pour $B_{max} = 15000$ G.	
				Échantillons recuits à 900° C.							
3-54...	0,001	23 100	8 500	21 800	764	1610	9400	14 200	0,25	0,30	9,85
3-55...	0,001	22 500	11 000	21 300	875	1790	9100	13 800	0,29	0,36	9,82
3 Si 16...	0,010	25 000	10 000	25 000	795	1770	9480	14 600	0,28	0,35	9,89
15...	0,064	22 800	10 000	21 700	782	1738	9100	14 500	0,26	0,35	10,65
05...	0,068	37 500	9 000	36 300	405	1210,5	9480	14 520	0,12	0,23	10,75
06...	0,148	47 000	8 000	42 500	396,3	965	9300	14 100	0,12	0,19	11,8
17...	0,230	30 000	6 000	26 300	496	1311	9000	13 600	0,15	0,23	11,64
10 (¹)	0,472	14 000	7 000	12 700	960	1863	8900	11 700	0,30	0,33	16,2
14 (¹)	0,822	13 500	9 000	13 300	1215	2432	9100	12 400	0,42	0,53	21,3
31...	1,71	18 000	7 000	15 900	800	1541	8400	11 540	0,26	0,32	33,2
18...	1,741	14 300	8 000	14 100	935	2162	9000	12 600	0,29	0,42	31,2
27...	2,73	16 800	6 000	13 300	821	1779	8270	10 500	0,27	0,34	41,8
25...	3,40	20 000	6 000	15 900	560	1390	7900	9 750	0,20	0,23	48,5
36 (²)	3,55	14 000	4 500	8 850	802,5	1812	6900	8 100	0,28	0,34	51,5
37 (²)	4,39	12 750	4 500	7 500	846,0	1956	6600	7 700	0,29	0,31	58,8
28...	4,44	16 100	4 800	10 100	623	1575	7000	8 370	0,16	0,24	57,7
29...	4,92	9 100	4 500	5 330	776	2006	4500	5 300	0,27	0,36	66,5
				Échantillons recuits à 1100° C.							
3-54...	0,001	22 800	8 000	21 300	665	1860	9300	13 300	0,20	0,24	9,84
3-55...	0,001	25 800	9 000	25 600	707	1451	9300	13 700	0,25	0,28	9,85
3 Si 16...	0,01	29 000	9 000	28 670	707	1604	9600	14 300	0,21	0,31	9,9
21...	0,048	27 000	10 000	27 000	700	1660	9440	14 480	0,23	0,32	10,5
15...	0,064	36 800	9 000	36 300	502,5	1336	9500	14 300	0,16	0,25	10,67
05...	0,068	44 200	9 000	43 500	407	1214,5	9480	14 200	0,13	0,225	10,78
22...	0,091	45 250	9 000	43 500	394	929	9500	14 300	0,13	0,17	10,96
06...	0,148	66 500	6 500	41 700	286	916	9080	12 000	0,09	0,165	11,80
23...	0,205	30 200	9 000	29 500	649	1526	9300	14 480	0,20	0,27	12,5
17 (³)	0,230	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
07...	0,242	36 500	7 500	33 000	436	1346	9700	14 500	0,13	0,21	13,4
08...	0,309	44 800	9 000	43 500	445	1412	9600	14 500	0,13	0,24	14,4
09...	0,400	22 500	9 000	22 000	725	1820	9440	14 480	0,21	0,32	15,3
10...	0,472	31 150	6 200	25 000	535	1358	9300	14 200	0,16	0,21	16,57
11...	0,563	25 000	9 000	25 000	601,5	1624	9200	14 320	0,20	0,28	17,50
12...	0,673	28 000	7 000	24 500	468	1636	9200	13 670	0,13	0,23	19,10
13...	0,698	20 350	8 000	19 600	780	2220	9300	14 400	0,25	0,40	19,60
14...	0,822	30 800	9 500	30 300	542	1765	9200	14 100	0,18	0,35	21,25
31...	1,71	30 150	6 500	24 700	440	1292	8700	12 000	0,12	0,22	33,25
18...	1,741	33 000	7 000	26 300	416	1112	9200	12 600	0,13	0,19	31,00
27...	2,73	46 800	9 500	46 000	404	1260	9100	13 300	0,13	0,23	42,00
25...	3,40	63 300	6 500	46 500	280	1025	9100	12 400	0,08	0,15	48,50
36 (⁴)	3,55	36 000	7 500	29 500	419	1157	8920	12 000	0,13	0,21	48,50
37 (⁴)	4,39	25 700	6 000	15 400	591	1819	8300	10 200	0,20	0,25	56,10
28...	4,44	30 200	3 000	15 900	405	1171	7000	8 000	0,12	0,15	57,40
29...	4,92	12 200	5 000	7 040	785	2620	6300	7 100	0,26	0,35	66,20

(¹) Échantillon durci pendant les essais.
(²) Échantillon contaminé par contact avec d'autres échantillons pendant le recuit.
(³) Échantillon contenant des impuretés.
(⁴) Échantillon recuit dans l'azote.



1100° C.; les figures 3 et 4 résument ces tableaux en mon-

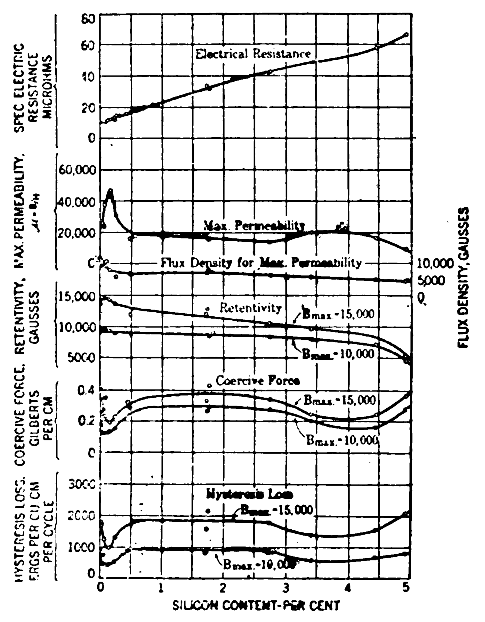


Fig. 3. — Propriétés magnétiques et électriques des alliages fer-silicium recuits à 900°.

Hysteresis loss = perte par hystérésis; Coercive force = force coercitive; Retentivity = aimantation rémanente; Max. permeability = perméabilité maximum; Spec. electric resistance = résistivité; Flux density = densité de flux.

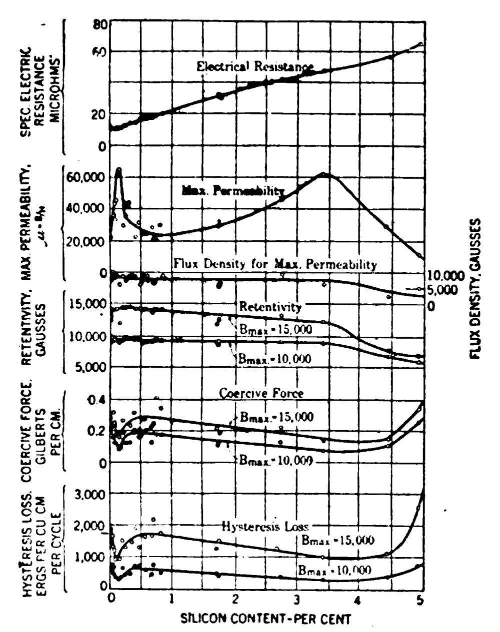


Fig. 4. — Propriétés magnétiques et électriques alliages fer-silicium recuits à 1100°.

trant la manière dont varient les propriétés magnétiques et électriques avec la teneur en silicium.

Les résultats des mesures sur les alliages bruts de forge n'ont pas été indiqués avec autant de détail par M. Yensen, les propriétés des échantillons forgés étant de moindre intérêt par suite de leur infériorité pratique sur celles des échantillons recuits. Toutefois l'auteur a résumé dans les courbes de la figure 5 les résultats des

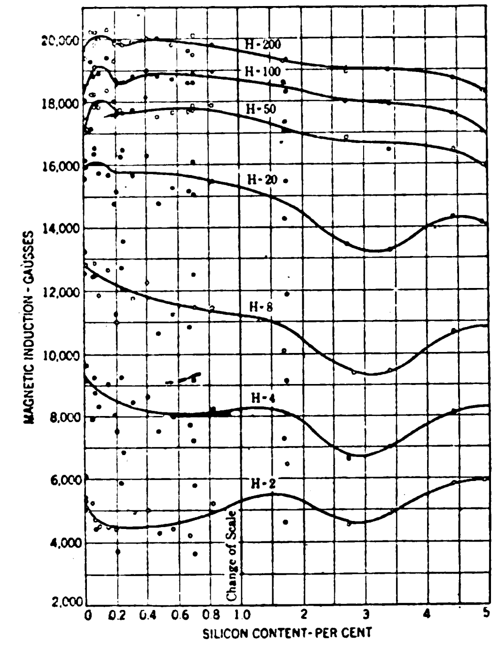


Fig. 5. — Densité de flux pour diverses valeurs de la force magnétisante (échantillons forgés).

mesures de l'induction pour diverses valeurs du champ magnétisant de 2 à 200 et dans les deux figures suivantes ceux des mesures du même groupe effectuées sur les échantillons après recuit à 900° et 1000° (*fig.* 6 et 7), ce qui permet de se rendre compte de l'influence du traitement thermique sur les propriétés magnétiques. En comparant les courbes de ces trois figures on voit que, pour les champs de 50 unités et au-dessus, le recuit à 1100° a pour effet de diminuer l'induction de 500 à 1000 gauss dans les alliages à très faible teneur en silicium et que le recuit à 900° produit une diminution sensible dans l'induction des alliages contenant de 0,2 à 1 pour 100 de silicium. On voit en outre que, pour les valeurs du champ au-dessous de 20, les alliages forgés sont nettement inférieurs aux alliages recuits. Si l'on compare seulement les figures 5 et 6 on constate que pour les champs de 20 à 0,5 le recuit à 900° est préférable pour les alliages à faible teneur et que pour les champs de 0,3 et au-dessous c'est le recuit à 1100° qui est préférable pour tous les alliages quelle que soit la teneur. D'une manière générale on peut dire qu'aux grandes densités de flux l'induction décroît en même temps que la teneur en silicium croît, quel que soit le traitement thermique, et cela est en concordance avec les résultats des recherches antérieures, en particulier de celles de Gumlich et Goerens qui

trouvèrent que la valeur de saturation $4\pi I_{max}$ décroît de 500 gauss par chaque centième de la proportion de silicium.

Si nous revenons aux figures 3 et 4, nous constatons qu'il y a, dans les courbes de perméabilité maximum, deux maxima auxquels correspondent deux minima dans les courbes de perte par hystérésis et de force coercitive. Le premier de ces points particuliers se produit pour une teneur en silicium de 0,15 pour 100, le second pour une teneur de 3,5 pour 100 s'il s'agit de la perméabilité et pour une teneur de 4 pour 100 s'il s'agit de la perte par hystérésis ou de la force coercitive. La raison pour laquelle le second maximum de la perméabilité et le second minimum de la perte par hystérésis ne correspondent pas exactement à la même teneur en silicium provient de ce que cette perte dépend beaucoup plus de la force coercitive que de la perméabilité.

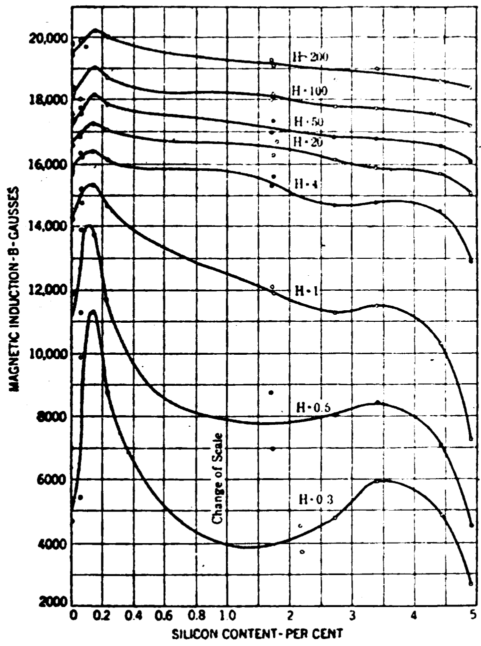


Fig. 6. — Densité de flux pour diverses valeurs de la force magnétisante (échantillons recuits à 900°).

Qu'il se produise un maximum de perméabilité et un minimum de perte par hystérésis pour les très faibles teneurs en silicium s'explique facilement par les résultats antérieurement obtenus avec le fer pur et les alliages fer-carbone et fer-bore. Dans ces derniers, en effet, le maximum des qualités magnétiques obtenu avec une simple trace de bore est évidemment dû à une légère purification du fer, car dès que la teneur en bore devient mesurable, les qualités magnétiques sont immédiatement diminuées. Le premier maximum constaté avec les alliages fer-silicium doit, sans aucun doute, être attribué à un effet du même genre du silicium. Le silicium commencerait par éliminer l'oxyde de fer présent dans le fer, de sorte que les valeurs trouvées pour l'alliage obtenu en ajoutant 0,15 pour 100 de silicium, qui correspond au maximum, seraient relatives non pas à un véritable alliage, mais au fer le plus pur qu'on puisse préparer. Cette manière de voir concorde d'ailleurs avec le fait que, pour les alliages préparés avec de faibles additions de silicium, on obtient des valeurs des propriétés magnétiques qui s'écartent parfois notablement du tracé des courbes tandis que, pour les fortes teneurs en silicium, les valeurs trouvées se placent bien régulièrement sur les courbes : en effet, d'après cette manière de voir, l'obtention d'un fer ultra pur exigera une addition de silicium dépendant de la quantité d'oxyde de fer contenu dans le fer électrolytique fondu, quantité variable d'un échantillon à l'autre comme l'a montré l'analyse chimique ; par suite ce n'est pas toujours une addition de 0,15 pour 100 qui produira le fer ultra pur, et l'on peut parfois obtenir avec une addition un peu plus grande ou un peu plus petite des échantillons ayant des qualités magnétiques peu différentes de celles trouvées pour l'échantillon à 0,15 pour 100; d'autre part, dès que la quantité de silicium ajoutée dépasse celle nécessaire pour éliminer la quantité maximum d'oxyde de fer que peut contenir le fer électrolytique fondu, il ne peut plus rester d'oxyde et les résultats des mesures doivent se grouper plus régulièrement.

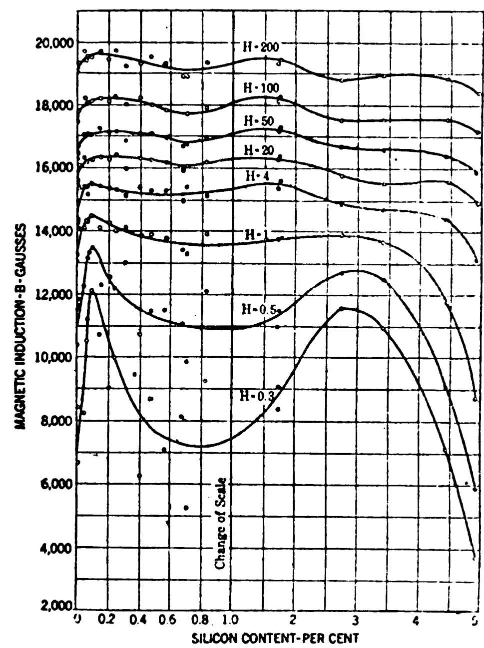


Fig. 7. — Densité de flux pour diverses valeurs de la force magnétisante (échantillons recuits à 1100°).

L'explication du second maximum de perméabilité et second minimum de perte par hystérésis est plus délicate. On a vu que les expérimentateurs ayant étudié la question antérieurement à M. Yensen attribuent les bonnes qualités magnétiques du fer-silicium contenant 2,5 à 4 pour 100 de silicium à ce que le silicium neutraliserait les effets fâcheux du carbone en provoquant la transformation en graphite du carbone combiné. Comme le fer employé par M. Yensen contenait moins

de 0,01 pour 100 de carbone il est fort improbable qu'il faille augmenter jusque vers 4 pour 100 l'addition de silicium pour transformer en graphite cette minime quantité de carbone. Aussi M. Yensen admet-il que l'existence du second maximum est due à la combinaison du fer et du silicium et non à une action directe de ce dernier.

Les deux alliages fer-silicium à 0,15 pour 100 et à 3,4 pour 100 de silicium de M. Yensen présentent des qualités magnétiques tellement supérieures à celles des fers jusqu'ici étudiés que l'auteur a cru devoir examiner avec le plus grand soin les causes d'erreur de la méthode de Burrows. Cet examen minutieux l'a conduit à considérer l'erreur totale comme devant être légèrement supérieure à celle indiquée par Burrows lui-même (1). Toutefois il est absolument certain que cette erreur ne saurait atteindre 20 pour 100 des résultats trouvés. Or en supposant une erreur de cet ordre sur le nombre 66 500 trouvé pour la perméabilité de l'échantillon à 0,15 pour 100 de silicium, cette perméabilité n'en serait pas moins de 53 200 au grand minimum, c'est-à-dire incomparablement plus grande que les perméabilités observées jusqu'ici.

Il résulte en effet du tableau V que jusqu'en 1910 la

Tableau V.

Années.	Expérimentateurs.	Matériaux soumis aux essais.	Perméabilité maximum.	Force coercitive en gilbert : cm		Perte par hystérésis en ergs par cm³ et par cycle	
				pour $B_{max} = 10\,000$ G.	pour $B_{max} = 15\,000$ G.	pour $B_{max} = 10\,000$ G.	pour $B_{max} = 15\,000$ G.
1900	Hadfield	Fer de Suède	4 000	0,92	1,00	2700	5500
1900	Hadfield	2,5 % de Si	5 100	0,72	0,79	2200	4700
1901	Gumlich et Schmidt	Fer forgé	8 350	″	0,60	″	″
1903	Baker	4,9 % de Si	″	″	1,20	″	6200
1910	Terry	Fer électrolytique	11 000	″	″	″	″
1912	Gumlich et Goerens	Tôle à 0,4 % de Si	11 600	″	0,54	″	″
1912	Gumlich et Goerens	Tôle à 4 % de Si	9 400	″	″	″	″
1912	Paglianti	Fer à 1,75 % de Si	″	0,60	0,75	1650	3500
1913	Yensen	Fer pur dans le vide	19 000	″	0,29	813	1640
1915	Yensen	Fer pur et 0,15 % de Si	66 500	0,09	0,16	286	916
1915	Yensen	Fer pur et 3,4 % de Si	63 300	0,08	0,15	280	1025

plus haute perméabilité trouvée ne dépassait pas 8350. En 1910, Terry (1) obtint 11 000 pour un anneau de fer obtenu par électrolyse et recuit. Deux ans après Gumlich et Goerens trouvèrent 11 600 pour des plaques d'alliages fer-silicium à très faible teneur en silicium. Un peu plus tard M. Yensen lui-même portait la limite trouvée à 19 000 en opérant sur du fer électrolytique fondu dans le vide. Le saut est donc énorme entre ce nombre et celui de 66 500 obtenu dans ses essais les plus récents, même si ce dernier doit être corrigé de 20 pour 100.

Il semble bien probable que cette augmentation extraordinaire de la perméabilité est due à la pureté du fer employé par M. Yensen. Pour mieux mettre en évidence l'influence de la pureté du fer sur les qualités magnétiques d'un alliage fer-silicium M. Yensen a encore étudié un alliage préparé avec du fer du commerce et contenant à peu près 3,4 pour 100 de silicium. Les résultats de cette étude sont résumés par les courbes de la figure 8, figure sur laquelle sont également tracées, pour la comparaison, les courbes relatives à l'alliage préparé avec du fer électrolytique pur. On voit que la perméabilité de ce dernier est, pour une induction de 6000 à 7000, environ 20 fois plus grande que celle du premier. Quant aux pertes par hystérésis on trouve, d'après les cycles, que pour $B_{max} = 10\,000$ gauss elles sont, avec l'alliage à fer pur, de 280 ergs par centimètre carré et par cycle, et, avec l'alliage à fer commercial, de 2260, soit dans le rapport de 1 à 8; pour $B_{max} = 15\,000$ gauss, elles sont respectivement 1025 et 3030, soit approximativement dans le rapport de 1 à 3. La résistivité est à peu près la même pour les deux alliages : 48,5 microhms-cm pour l'alliage à fer pur et 51,15 microhms-cm pour l'alliage à fer commercial; ces valeurs sont environ cinq fois plus grandes que celle du fer pur.

Sur la figure 9 sont tracées des courbes du même genre se rapportant à deux alliages, l'un à faible teneur en silicium, l'autre à forte teneur, mais donnant lieu à la même perte par hystérésis pour $B_{max} = 10\,000$ gauss; ce sont les alliages 3 Si o5 et 3 Si 28 à 0,068 et 4,44 de silicium du tableau IV. On voit que l'alliage à basse teneur est caractérisé par une très grande aimantation rémanente et une grande perméabilité pour les moyennes et fortes densités de flux, tandis que l'alliage à haute teneur est caractérisé par une faible aimantation rémanente et un maximum de perméabilité aux faibles densités de flux.

Conclusions. — Nous ne ferons que signaler les recherches micrographiques effectuées par M. Yensen sur

(1) *Physical Review*, t. XXX, 1910, p. 133.

(1) *Bul. Bureau Standards*, Vol. VI, n° 1; tirage à part n° 117.

les divers alliages qu'il a préparés et nous terminerons cette analyse de ses travaux par les conclusions qu'il en tire :

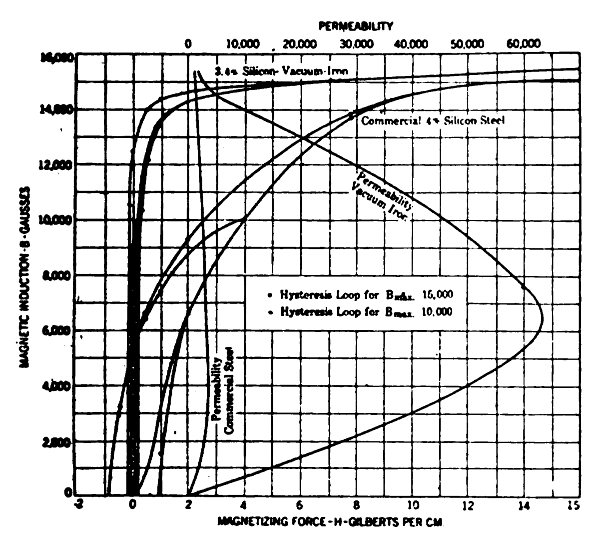


Fig. 8. — Comparaison des propriétés des alliages fer-silicium à 4 pour 100 préparés avec du fer fondu dans le vide et du fer commercial.

1. Par la fusion dans le vide il est possible d'obtenir des produits beaucoup plus purs que ceux préparés jusqu'ici par des moyens autres; il s'ensuit qu'on peut tirer des résultats des conclusions beaucoup plus précises qu'il n'a été possible de le faire jusqu'à ce jour en ce qui concerne l'effet du silicium sur le fer.

2. Le silicium, comme le bore, a un double effet sur le fer : une partie se combine au fer et demeure en solution solide pendant le refroidissement de l'alliage, tandis qu'une plus faible partie réduit l'oxyde présent dans le fer.

3. La résistance à la traction des produits obtenus par fusion dans le vide suit sensiblement les mêmes lois que celle des alliages préparés dans les conditions ordinaires; toutefois la ductilité des premiers est beaucoup plus grande que celle des seconds, particulièrement pour des teneurs comprises entre 2 et 3 pour 100 de silicium, sans doute par suite de l'absence de carbone; le maximum de la tension de rupture est de 73,5 kg : mm² et correspond à un alliage contenant 4,5 pour 100 de silicium.

4. La limite de forgeabilité correspond à une teneur de 7 à 8 pour 100 de silicium; mais il existe une région critique correspondant à des teneurs de 2,5 et de 2,6 pour 100 de silicium dans laquelle les alliages ne sont pas forgeables.

5. En ce qui concerne les propriétés magnétiques les alliages fondus dans le vide présentent les caractéristiques les plus remarquables; les meilleurs alliages sont obtenus avec 0,15 et 3,40 pour 100 de silicium et après recuit à 1000° C. Les valeurs du maximum de perméabilité dépassent 50 000 pour l'un et l'autre alliages et les valeurs des pertes par hystérésis pour B_{max} = 10000 et 15 000 gauss sont d'environ 300 et 1000 ergs par centimètre cube et par cycle; ces pertes sont le $\frac{1}{8}$ et le $\frac{1}{3}$ des pertes dans l'acier au silicium du commerce; la température de recuit la plus favorable est de 1100° C.

6. La résistivité électrique croît d'environ 13 microhms-cm pour le premier centième de silicium ajouté et d'environ 11 microhms-cm pour chaque centième en plus; en conséquence l'alliage à 3,40 pour 100 ci-dessus mentionné a une résistivité environ cinq fois plus grande que celle de l'alliage à 0,15 pour 100 tout en ayant des propriétés magnétiques semblables.

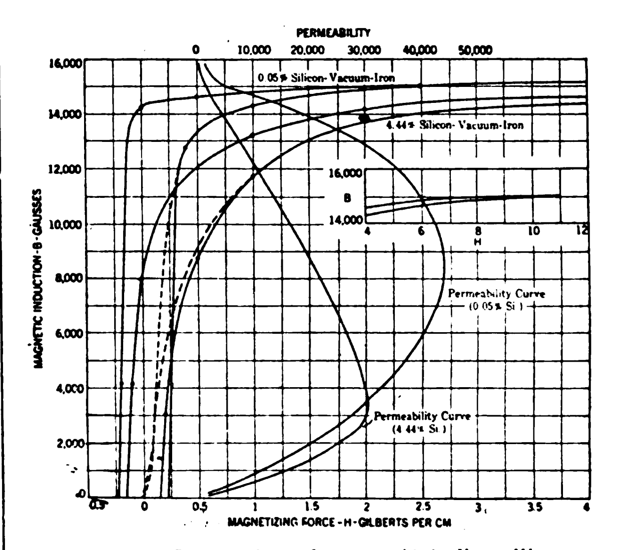


Fig. 9. — Comparaison des propriétés d'un alliage fer-silicium de basse teneur et d'un alliage à haute teneur.

Ainsi donc la méthode de préparation par fusion dans le vide a fourni deux alliages ayant des caractères excellents pour les applications : l'un à basse teneur en silicium, pas très dur mais extrêmement ductile, de haute perméabilité, faible perte par hystérésis et faible résistivité; l'autre à haute teneur en silicium, très dur, modérément tenace, de grande perméabilité, faible perte par hystérésis et haute résistivité; leurs propriétés sont résumées dans le tableau VI.

TABLEAU VI.

Propriétés des deux meilleurs alliages fer-silicium fondus dans le vide.

Teneur en silicium en pour 100	0,15	3,40
Tension de déformation en kg : cm²	1 395	4 060
Tension de rupture en kg : cm²	2 590	5 355
Allongement pour 100	56	21
Réduction de section pour 100	90	28,50
Perméabilité maximum	66 500	63 300
Induction en gauss pour la perméabilité maximum	6 500	6 500
Perte par hystérésis en ergs par cm³ et par cycle :		
Pour B_{max} = 10 000 gauss	286	280
Pour B_{max} = 15 000 gauss	916	1 025
Résistivité en microhms-cm	11,80	48,50

Le premier est d'une application évidente dans les cas où une haute perméabilité et une faible perte par hystérésis sont désirables; l'autre convient dans la construction des appareils et machines électromagnétiques principalement quand, outre les qualités précédentes, une faible perte par courants de Foucault est réclamée.

Sur l'électrodynamique des milieux absorbants; Louis Roy (*C. R. Acad. des Sc.*, 27 mars 1916, p. 468-470). — Quand on étudie le problème de la réflexion et de la réfraction des ondes électromagnétiques planes à la surface séparative plane de deux milieux diélectriques non conducteurs, homogènes et isotropes, en ne faisant intervenir que le champ électrique total et le champ magnétique, les conditions aux limites correspondantes conduisent en général à une indétermination. Celles-ci doivent être complétées par une condition aux limites supplémentaire très simple, à laquelle doit satisfaire le potentiel de la composante longitudinale du champ électrique et qui est due à M. Duhem (*Revue électrique*, 7 avril 1916, *Littérature des Périodiques*, p. 36). En outre, dans le cas soit de deux milieux conducteurs non diélectriques, soit d'un conducteur non diélectrique et d'un diélectrique non conducteur, M. Duhem a obtenu une condition supplémentaire analogue (*Idem*). Dans la communication qui nous occupe, M. Roy montre que cette condition supplémentaire peut encore être établie dans le cas général de deux milieux absorbants, c'est-à-dire de deux milieux homogènes et isotropes à la fois diélectriques, conducteurs et magnétiques.

Le problème général de l'électrodynamique pour un système de corps conducteurs immobiles; Pierre Duhem (*C. R. Acad. des Sc.*, 10 avril 1916, p. 542-548). — Cette communication, de caractère mathématique, forme suite aux communications antérieures de l'auteur déjà signalées dans la *Littérature des Périodiques* du 7 avril et du 19 mai 1916. Dans ces communications M. Duhem avait démontré certains théorèmes généraux sur le mouvement électrique que peut présenter un système formé exclusivement de diélectriques; dans celle qui nous occupe il étend ces théorèmes au cas où les corps du système sont également doués de conductibilité et sont en outre magnétiques.

Sur la théorie générale des oscillations électriques; Pierre Duhem (*C. R. Acad. des Sc.*, 29 mai 1916, p. 185-821). — Appliquant les considérations exposées dans ses notes antérieures au cas des oscillations électriques, M. P. Duhem arrive à la conclusion suivante : Un système contenant des corps conducteurs ne peut présenter, en général, aucune oscillation électrique propre. Par conséquent, à parler rigoureusement, il n'y a pas de résonance électrique dans un système contenant des corps conducteurs; les phénomènes qu'on y observe ne réalisent la résonance que d'une manière approchée.

Sur les radiations extrêmement pénétrantes appartenant à la série K du tungstène et sur les spectres des rayons X des métaux lourds; M. de Broglie (*C. R. Acad. des Sc.*, 17 avril 1916, p. 596-597). — L'auteur a étudié, il y a deux ans (*Journal de Physique*, février 1914), par la méthode du cristal tournant, les anticathodes de tungstène et a constaté qu'elles émettent de nombreuses raies dont il a signalé les principales. Les tubes de Coolidge donnant ces raies avec une très grande intensité l'auteur, M. de Broglie, publie quelques nouveaux résultats concernant ces raies. Il fournit aussi quelques nouvelles données sru les raies de l'oxyde de thorium et de l'oxyde d'uranium.

Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du brome au bismuth, et l'émission d'un tube Coolidge vers les très courtes longueurs d'onde; M. de Broglie (*C. R. Acad. des Sc.*, 24 juillet 1916, p. 87-90). — L'auteur rappelle que plusieurs années avant la découverte de Laue, les travaux de Barkla, Sadler, Whiddington et Kaye avaient conduit au résultat suivant : on étudie le coefficient d'absorption, par un corps simple déterminé d'une série de rayons X pris sous la forme de rayons de fluorescence d'une suite de corps simples rangés par ordre de poids atomiques croissants; quand on passe par les rayons correspondant à la fluorescence de l'élément absorbant, le coefficient d'absorption subit une brusque et forte augmentation, demeure ensuite très élevé, puis décroît de nouveau. — En 1914, M. de Broglie a montré que, dans l'enregistrement photographique continu des spectres de rayons X, le phénomène en question se traduit par une bande d'absorption à début brusque du côté des grandes longueurs d'onde. L'ensemble des mesures qu'il a faites depuis montre qu'on peut suivre la bande d'absorption d'un élément, c'est-à-dire indirectement la raie la plus courte du groupe K de son spectre d'émission, au moins jusqu'au bismuth; un tableau résume ces mesures. — M. de Broglie fait encore observer que l'ensemble des résultats met hors de doute la présence, dans le rayonnement d'une ampoule, de rayons notablement plus pénétrants que les rayons K de son anticathode.

Sur la répartition de l'énergie dans le spectre émis par les anticathodes usuelles employées en radiographie; De Broglie et Brizard (Communication à la Société française de Physique, 2 juin 1916). — On sait que les spectres émis par les tubes à rayons X se composent d'un fond continu plus ou moins prononcé, et de raies caractérisant le métal de l'anticathode. M. de Broglie a mis en évidence, du côté des courtes longueurs d'onde, l'existence de deux bandes intenses qui se retrouvent avec des dispositions analogues dans les spectres émis par des anticathodes de divers métaux et qui sont dues vraisemblablement à une absorption sélective du brome et de l'argent de l'émulsion. — Comme la première bande, la plus intense, comprend la partie la plus pénétrante du rayonnement, ce sont les radiations qu'elle contient qui jouent le rôle principal dans la photographie à travers des milieux absorbants. Les raies caractéristiques de la série L des anticathodes usuelles (Tu ou Pt) sont d'un type déjà fort absorbable, et ne jouent qu'un rôle insignifiant dans les radiographies ordinaires (1 mm de verre suffit à les arrêter). — On admet généralement que l'efficacité d'une anticathode comme radiateur dépend surtout du poids atomique du métal qui la compose et croît avec lui, comme l'ont montré en particulier les mesures d'ionisation effectuées par Kaye. La comparaison des spectres de deux tubes identiques (tubes Pilon), l'un à platine, l'autre à tungstène, montre que ce résultat ne s'étend pas aux raies caractéristiques. — Le platine et le tungstène ont, en effet, des poids atomiques très voisins; mais l'examen de leur spectre montre que le rapport entre l'intensité des raies caractéristiques et celle des spectres continus est notablement différent. La première bande pénétrante, agent principal de l'impression radiographique, semble au moins aussi intense dans le spectre du tungstène que dans celui du platine, tandis que les raies du platine sont émises avec une intensité notablement supérieure à celles du tungstène. — Les raies caractéristiques dont nous venons de parler sont celles de la série L. M. de Broglie a récemment montré que les raies K des métaux lourds sont également présentes; elles se réfléchissent, sur les faces cubiques du sel gemme, à 2°04′ pour le doublet α_1 du tungstène et à 1°58′ pour la radiation correspondante du platine. — A ce propos M. de Broglie écrit pour signaler qu'un point très intéressant est de savoir, d'une part, jusqu'où se prolonge la série K des métaux lourds au delà du platine et, d'autre part, quelle est la limite vers les hautes fréquences du spectre émis par une anticathode donnée (par exemple le tungstène, sous 90 000 volts). Ces deux questions peuvent être abordées simultanément par une méthode qu'indique M. de Broglie et qui lui a donné quelques résultats intéressants.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

MINISTÈRE DES FINANCES.

Avis aux exportateurs.

Les demandes d'exportation de marchandises prohibées à destination de la Grèce, qui doivent, pour les envois d'une valeur égale ou supérieure à 1200 fr, être appuyées d'une recommandation du Bureau commercial des alliés à Athènes, pourront être également examinées par la Commission interministérielle compétente si elles sont accompagnées d'une attestation délivrée par la Commission mixte de ravitaillement de Salonique et de Macédoine, dont le siège est à Salonique et à qui les intéressés devront s'adresser directement.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

Avis aux importateurs.

Licences pour l'importation en France de marchandises dont l'entrée est prohibée. — Un avis publié au *Journal officiel* du 18 juillet 1916 a annoncé la création, à Paris, d'un Bureau anglais pour la délivrance de licences d'importation en Angleterre aux marchandises d'origine française, prohibées à l'entrée dans le Royaume-Uni.

Un Bureau français vient d'être installé à Londres pour délivrer des permis d'importation aux marchandises d'origine britannique comprises dans la liste des articles prohibés à l'entrée en France.

En conséquence, le Ministère du Commerce ne recevra plus désormais, en ce qui concerne les envois de Grande-Bretagne, les demandes de licences qui, jusqu'ici, lui étaient adressées par les importateurs français. Les demandes seront exclusivement faites, par les exportateurs anglais, auprès du Bureau français de Londres, par l'intermédiaire du Board of Trade.

Au vu de ces demandes, qui devront être revêtues d'un visa de la chambre de commerce du ressort, attestant l'origine britannique des marchandises, le Bureau français délivrera, si rien ne s'y oppose, des licences d'importation en deux exemplaires, lesquels seront envoyés, par ses soins, l'un aux expéditeurs signataires des demandes et l'autre aux destinataires des marchandises en France.

Ces dispositions auront leur effet à partir du 1er septembre 1916.

Avis aux importateurs de diamants taillés et de pierres fines taillées pour l'orfèvrerie, la joaillerie et la bijouterie.

Le décret du 11 mai 1916 interdit notamment l'importation des diamants taillés et des pierres fines taillées destinés à l'orfèvrerie, la joaillerie et la bijouterie.

Il a été décidé que des dérogations à cette prohibition d'importation pourraient être accordées, à la condition qu'il soit exporté des diamants ou pierres fines taillées pour une même valeur, sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire que ces exportations soient faites par les mêmes personnes qui sollicitent des autorisations d'importation.

A l'effet de contrôler la valeur des pierres importées et celle des pierres exportées, la Commission des diamants, qui relève du Ministère du Commerce et qui siège 4, rue Guénégaud, a reçu, par arrêté ministériel, en date du 22 juillet 1916, les pouvoirs nécessaires pour assurer ce double contrôle.

A partir du 1er septembre 1916 la Commission des diamants se réunira deux fois par semaine, le lundi et le jeudi, de 2 h à 4 h.

Les importateurs qui voudront obtenir des autorisations d'importation devront, pour chaque envoi, remplir une demande en triple exemplaire qu'ils adresseront au président de leur chambre syndicale; les présidents des chambres syndicales, après avoir demandé aux intéressés toutes justifications utiles, s'il y a lieu, transmettront ces demandes, munies de leur visa, au Ministère du Commerce (service technique), 66, rue de Bellechasse.

Lorsque les autorisations seront accordées, chaque demandeur sera avisé directement.

Les importateurs devront aviser leurs fournisseurs étrangers de faire toujours leurs envois sous pli postal recommandé, en libellant l'adresse comme il va être dit :

Premier exemple. — Un monsieur Durand, importateur, à l'adresse : 15, rue de Richelieu, à Paris, devrait se faire adresser ses plis :

« Monsieur Durand, 15, rue de Richelieu, à Paris.
» A livrer au siège de la Commission, 4, rue Guénégaud, à Paris. »

Deuxième exemple. — Un monsieur Dupont, importateur, 30, rue des Capucines, à Bordeaux, devrait se faire adresser ses plis :

« Monsieur Dupont, 30, rue des Capucines, à Bordeaux.
» A livrer au siège de la Commission, 4, rue Guénégaud, à Paris. »

Les plis recommandés, centralisés à la recette principale de la Seine, seront présentés par un employé des postes, délégué à ce service, 4, rue Guénégaud, à la réunion la plus prochaine de la Commission, après que l'intéressé aura été avisé par la poste de se rendre à ladite réunion pour prendre possession, par lui-même ou par mandataire accrédité, du pli recommandé qui lui est destiné.

Les importateurs qui ne font partie d'aucune chambre syndicale professionnelle pourront faire présenter leurs demandes au Ministère du Commerce par toute chambre syndicale professionnelle de leur choix ou, à défaut, par l'une des trois chambres syndicales suivantes qui se sont engagées vis-à-vis du Ministère du Commerce à présenter les demandes des importateurs non syndiqués qui s'adresseraient à elles :

1° Chambre syndicale de la bijouterie, de la joaillerie, de l'orfèvrerie et des industries qui s'y rattachent : 2 *bis*, rue de la Jussienne, Paris;

2° Chambre syndicale des négociants en diamants, perles, pierres précieuses et des lapidaires, 18, rue de Provence, Paris;

3° Chambre des négociants commissionnaires et du commerce extérieur, section « bijouterie », 18, rue de Paradis, Paris.

En outre, ces trois mêmes chambres syndicales ont déclaré qu'elles remettraient aux importateurs qui le désireraient des formules de demandes d'autorisation d'importation.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société d'Électricité de Caen. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 30 mai 1916, nous extrayons ce qui suit :



BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

Apports	80 000 fr	
A déduire : Amortissements	79 999	
		1 fr »
Frais d'augmentation du capital		1 »
Frais d'émission des obligations		1 »
Prime de remboursement des obligations		271 533,70
Stations centrales : Promenades du fort et avenue Victor-Hugo		3 947 397,41
Canalisations et réseaux urbains		977 340,75
Canalisations et réseaux suburbains		835 421,83
Compteurs		279 050,71
Mobilier, automobiles et outillage	54 343,27 fr	
A déduire : Amortissements	51 371,22	
		2 972,05
Portefeuille		62 240 »
Marchandises en magasin		112 826,10
Installations en location		30 949,33
Cautionnement		5 000 »
Caisses et banques		308 204,03
Effets à recevoir		4 782,45
Abonnés et débiteurs divers		232 492,78
Impôts de finances		5 498,80
Total		7 075 712,94

Passif.

Capital	2 500 000 »
Obligations de 500 fr 4 pour 100	255 500 »
Obligations de 500 fr 5 pour 100	3 000 000 »
Réserve légale	57 337,33
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	18 962,50
Réserve générale d'amortissement	450 000 »
Fonds de renouvellement du matériel	100 000 »
Réserve spéciale pour variations de cours des charbons	50 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	310 294,27
Coupons d'actions restant à payer	2 292,02
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	87 934,37
Profits et Pertes reportés. Bénéfice de l'exercice	243 392,45
Total	7 075 712,94

COMPTE D'EXPLOITATION.

Débit.

Frais généraux	87 224,85
Frais d'exploitation	457 638,70
Redevances à la ville de Caen	56 312,65
Total	601 176,20
Balance pour bénéfice	451 621,18
Total	1 052 797,38

Crédit.

Recettes de vente de courant et recettes diverses	1 052 797,38

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Débit.

Intérêts des obligations	174 382,37
Frais généraux d'administration	42 445,75
Amortissement de 19 obligations 4 pour 100	9 500 »
Total	226 328,12
Balance pour bénéfice	234 339,01
Total	460 667,13

Crédit.

Bénéfice de l'exploitation	451 621,18 fr
Revenu du portefeuille	2 304 »
Intérêts et divers	6 741,95
Total	460 667,13

L'Assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des Commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1915, a approuvé en toutes ses parties le rapport du Conseil d'administration. Elle a approuvé également le bilan et le compte de Profits et Pertes tels qu'ils ont été présentés par le Conseil d'administration.

L'Assemblée générale a approuvé la répartition des bénéfices proposés par le Conseil d'administration; elle a décidé d'employer le solde du compte de Profits et Pertes dans lequel les bénéfices

de l'exercice figurent pour	234 339,01
et le report de l'exercice précédent pour	9 053,44
Ensemble	243 392,45

de la manière suivante :

Amortissement du compte Mobilier, Automobile et Outillage	2 971,05
Réserve générale d'amortissement	90 000 »
Réserve légale	7 068,30
Dividende 5 pour 100	125 000 »
Report à nouveau	18 353,10
Total	243 392,45

Elle a décidé que le dividende sera mis en paiement à partir du 30 juin 1916, sous déduction des impôts, à raison de 4,80 fr pour les actions nominatives et 4,65 fr pour les actions au porteur.

INFORMATIONS DIVERSES.

Les succédanés du cuivre et leur emploi en électricité (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 282). — Sous ce titre notre confrère donne quelques renseignements sur les constatations faites en Allemagne sur les conducteurs en fer et en zinc, métaux qu'on a dû substituer au cuivre en raison de la pénurie de ce dernier. — Dans l'établissement des lignes aériennes, le zinc a montré une résistance mécanique insuffisante et une tendance marquée à la rupture sous l'effet des influences atmosphériques; seul le fer est considéré comme capable de donner satisfaction pour cet emploi; même quand il n'y aura plus disette de cuivre, il conservera l'avantage de fournir un excellent moyen d'établissement des lignes à faible section, dans les cas où l'emploi du cuivre conduirait à lui donner, pour des raisons mécaniques, une section très supérieure à celle qu'exige le passage du courant. — Pour les lignes isolées au caoutchouc ou de toute autre manière, le zinc peut être substitué au cuivre, les procédés de fabrication et les procédés d'installation restant les mêmes. Toutefois certaines précautions sont à prendre: éviter les coudes brusques, les efforts de traction, la fusion du conducteur lors des soudures qu'il est bon de remplacer par des connexions à pression, surveiller l'échauffement en raison de la plus basse température de fusion du zinc, etc. Pour les connexions on peut se servir de fils d'un métal autre que le zinc, si l'on n'a pas à craindre l'humidité; dans le cas contraire, le métal et le zinc forment un couple voltaïque produisant la corrosion électrolytique du zinc. Comme le zinc a la propriété de rendre difficile le maintien d'un arc, il y a moins de danger qu'avec le cuivre qu'un court circuit cause des dégâts.

Tome XXVI. **N° 307. — 6 octobre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

La suspension de l'activité économique provoquée par l'ouverture des hostilités a fourni, à beaucoup de ceux que leur âge ou leur santé retenaient à l'arrière, des loisirs forcés. Faute de pouvoir les utiliser sous une forme active aux besoins de la défense nationale, ils les ont employés à réfléchir sur les causes ayant amené la stagnation de notre industrie et de notre commerce précisément au moment où l'industrie et le commerce de nos ennemis prenaient une si grande extension. Aussi dès le début de 1915 voyons-nous paraître, aussi bien dans la presse quotidienne que dans les grandes revues techniques ou économiques, de nombreuses propositions susceptibles de donner aux diverses branches de l'industrie française des armes suffisantes pour combattre victorieusement l'hégémonie industrielle allemande, non seulement sur le marché intérieur, mais encore sur les marchés étrangers.

Tout, ou à peu près, a été examiné dans ces propositions : réforme de l'enseignement national, de l'enseignement technique et professionnel; modification de notre législation sur les questions ouvrières et en particulier sur l'apprentissage; amélioration de notre système bancaire, extension de notre outillage national : routes, chemins de fer, canaux, ports; utilisation de nos agents consulaires et diplomatiques pour développer notre commerce à l'étranger, modification de notre régime douanier, etc.

Il est indéniable que chacune de ces propositions renferme en germe une cause d'extension de notre activité industrielle et commerciale. Mais il est tout aussi évident que ce germe ne se développera et surtout ne fructifiera que si toutes les individualités sont convaincues de la nécessité de son développement et prennent les mesures utiles pour assurer celui-ci.

Or de toutes ces mesures la plus efficace est certainement la fusion des individualités en de vastes « unions ». C'est ce que, avec sa haute compétence et sa grande autorité, M. R. Legouëz montrait dans une remarquable conférence faite l'an dernier à l'École des Hautes Études sociales et que nous avons reproduite dans ces colonnes [1]. C'est également ce que, plus modestement, nous avons nous-même essayé de faire ressortir, à propos de la question, si importante pour le développement de notre industrie, de l'unification de la construction de l'appareillage électrique, en insistant sur l'organisation du Comité qui, en Angleterre, est chargé de cette unification : l'Engineering Standards Committee [2].

Cette question de l'unification vient d'être reprise par M. R.-V. PICOU, dans l'article publié pages 221 à 223 de ce numéro sous le titre **Au sujet de l'unification du matériel électrique en France.** Nous sommes heureux d'y retrouver, sous une plume beaucoup plus autorisée que la nôtre, les arguments qui nous paraissaient de nature à préco-

[1] R. LEGOUËZ, *L'organisation de l'industrie après la guerre* (*La Revue électrique*, t. XXIV, 3 décembre 1915, p. 342-349).
[2] J. BLONDIN, *L'Engineering Standards Committee* (*La Revue électrique*, t. XXIV, 19 novembre 1915, p. 289-291 et 313-316).

niser la création en France, pour l'étude de l'unification du matériel industriel, d'une fédération de *tous* les intéressés. Nous laissions entendre que le Comité électrotechnique français, formé par des délégués de toutes les sociétés techniques et scientifiques s'occupant de l'électricité, pouvait et devait devenir le noyau de cette fédération. M. Picou, sans doute pour la raison qu'il est président de ce Comité, admet d'autres solutions. Mais sa conclusion n'en est pas moins ferme : « Il faut, dit-il, confier l'étude systématique de l'unification (électrique) à un groupement unique, Comité électrotechnique ou autre, mais qui représente l'universalité des intérêts engagés et à qui l'on fasse confiance. »

Il est un autre point sur lequel M. Picou appelle l'attention : c'est l'appui que, « sans autre souci que le bien public, sans tracasserie, sans aucun esprit de mainmise », le Gouvernement anglais accorde à l'Engineering Standards Committee en le subventionnant et en faisant exécuter gratuitement par le National Physical Laboratory les recherches que le Comité estime utiles à son travail. Nous avons nous-même envisagé ces deux points et demandé une collaboration plus intime du Gouvernement et des industriels, collaboration qui permettrait d'éviter de voir les comités industriels édicter des réglementations ayant leur répercussion dans les services techniques de l'État sans que ceux-ci y aient officiellement participé et, réciproquement, des délégués gouvernementaux prendre dans les réunions internationales des décisions intéressant l'industrie sans que les industriels aient été consultés; nous n'y insistions pas trop d'ailleurs, sachant qu'en France l'ingérence de l'État dans les comités industriels est plutôt crainte que recherchée.

D'un autre côté on pourrait objecter que la collaboration de l'État et de l'industrie existe déjà, que bien avant la guerre le Gouvernement a créé des comités où les délégués de l'industrie occupent une assez large place et que depuis deux ans de nombreux comités de ce genre ont été institués. Il est trop tôt pour parler des travaux de ces derniers; mais en ce qui concerne les premiers, ceux de l'avant-guerre, leurs résultats paraissent bien maigres : c'est du moins l'opinion qui nous a été exprimée par diverses personnes lorsque, il y a une douzaine de mois, nous leur soumettions l'idée de publier une étude sur l'origine, le but et les travaux de ces comités. Tout ce qu'on peut donc espérer c'est que le fonctionnement des comités créés pendant la guerre permettra de trouver la formule d'une collaboration efficace et non tatillonne. Et pour peu qu'on le veuille sincèrement de part et d'autre la bonne formule ne saurait manquer d'être trouvée dans un pays qui, comme le fait remarquer M. Picou, a été l'initiateur des grandes unifications.

*
* *

On se rappelle que, dans une note sur la résistance des antennes utilisées en télégraphie sans fil, L.-W. Austin attribuait l'augmentation considérable de résistance de certaines antennes à une absorption diélectrique par la terre et il considérait l'antenne comme l'armature supérieure et la nappe d'eau souterraine comme l'armature inférieure d'un condensateur dont le diélectrique serait constitué par l'épaisseur d'air et de terre interposée. M. J.-M. Miller à son tour vient de publier les recherches qu'il a entreprises au Bureau of Standards sur **l'action des diélectriques imparfaits placés dans le champ des antennes radiotélégraphiques** et que nous publions page 203. Cet auteur aussi a constaté un accroissement énorme de la résistance de rayonnement des antennes et, comme M. Austin, il l'attribue à une absorption diélectrique, mais par des milieux autres que la terre. D'après ses essais, ce sont les diélectriques imparfaits placés dans le champ de l'antenne qui sont la cause principale des pertes d'énergie : tels sont les poteaux en bois, les arbres, les bâtiments, les isolateurs, etc., que l'on devra tenir aussi éloignés que possible.

*
* *

En terminant appelons l'attention de nos lecteurs sur le résumé que nous donnons, pages 210 à 220, de la remarquable conférence faite par M. Daniel Berthelot à la Société internationale des Électriciens sous le titre **La réciprocité des phénomènes électriques et magnétiques**. Les considérations développées par l'auteur sont de grande importance car elles ne peuvent manquer de modifier notablement les idées émises et admises par les partisans de la théorie des ions. Nous reviendrons sur ce point lorsque la fin de cette étude aura été publiée.

J. Blondin.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du) ; Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 5 juillet 1916.

Étaient présents : MM. Cordier, président; Bizet, vice-président; Beauvois-Devaux, trésorier; Berthelot, Brachet, Brylinski, Cahen, Eschwège, Godinet, Legouëz, F. Meyer, Paré, Sartiaux, membres.

S'étaient excusés : MM. M. Meyer, vice-président; Fontaine, secrétaire.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nomination du président. — M. Gabriel Cordier, qui avait été élu président à la dernière séance, remercie ses collègues de la confiance qu'ils lui ont témoignée et prononce les paroles suivantes :

« Messieurs,

» Le 5 mai 1915 j'avais, à cette même place, le douloureux honneur d'être l'interprète des sentiments de profonde tristesse que nous causait, à tous, la mort de notre regretté président Guillain et vous approuviez ma proposition de surseoir à son remplacement tant que la victoire de nos armes n'aurait pas ramené dans leurs foyers et à leurs travaux ceux des nôtres qui sont sous les drapeaux.

» La guerre s'est prolongée au delà de toute prévision; si l'héroïsme de nos soldats et la valeur de leurs chefs nous assurent le triomphe du droit et de la liberté, nul ne peut encore fixer le jour de la victoire. Il vous a paru qu'il convenait de ne pas attendre davantage pour rendre au Comité de l'Union son fonctionnement normal, et vous m'avez fait le très grand honneur de m'appeler à le présider.

» Si je n'avais écouté que mes désirs, j'eusse décliné cet honneur, car, si j'en apprécie le haut prix, j'en sens également tout le poids. Et, puis, vous le savez, j'avais rêvé d'une Union solidement constituée, fortement organisée, disposant de moyens d'action autonomes, à la tête de laquelle il nous eût été possible d'appeler un homme en vue qui nous eût apporté le prestige de sa situation, l'autorité de son nom, l'appui de ses hautes relations.

» En choisissant pour vous présider le plus ancien de vos vice-présidents, vous avez marqué votre volonté de maintenir à l'Union des Syndicats de l'Électricité un rôle modeste, rôle de soutien, d'union et de coordination.

» Dans ces trois domaines, nombreuses sont les questions qui doivent retenir notre attention; je vous demande la permission d'examiner avec vous celles qui me paraissent devoir tenir le premier rang dans nos préoccupations.

» La définition précise, la limitation et le respect des attributions de chaque syndicat adhérent sont de la plus haute importance pour notre bon fonctionnement. Sur ce point, l'action de l'Union a été essentiellement bienfaisante : lorsqu'elle a été créée se manifestait la tendance, pour chaque syndicat, d'étendre les limites de son action, au risque d'empiéter quelquefois sur le champ du voisin. Cette tendance a nettement disparu, remplacée par le désir de préciser le mieux possible les limites de chaque organisme syndical. Au maintien et à l'amélioration, s'il y a lieu, de ces délimitations, l'Union devra continuer à collaborer.

» L'Union est depuis longtemps entrée dans la voie de l'unification technique du matériel; elle a publié le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armé, les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques ainsi que pour les installations électriques de première catégorie dans les immeubles, les règles pour le calibrage des douilles et culots de lampes à incandescence. Dans cette voie, l'effort de l'Union doit s'activer et se développer; le résultat est assuré si les constructeurs veulent bien reconnaître à l'exploitant qui achète et qui paie plus de droits à fixer les conditions techniques de son matériel, si les exploitants veulent bien renoncer au désir très humain — disons même très français — de faire mieux que le voisin, en établissant des cahiers des charges spéciaux à chaque entreprise, et reconnaître que leur véritable intérêt est non de payer le matériel le moins cher possible, mais bien d'avoir, pour un prix raisonnable et laissant au constructeur un bénéfice légitime et nécessaire, du matériel d'excellente qualité.

» Cet effort se lie à celui qui devra être fait pour l'unification des types du matériel électrique, seul moyen de

produire bien et à bas prix de revient, condition essentielle pour conquérir les marchés étrangers. Il est du devoir des exploitants français de faciliter sur ce point la tâche du constructeur en se pliant dans la plus large mesure possible aux règles de la série.

» Nos constructeurs, Messieurs, ne peuvent vouloir la nationalisation complète du matériel électrique à l'intérieur du pays, mais, sous condition de donner les garanties commerciales nécessaires et d'adapter aux besoins des acheteurs leur organisation technique, ils peuvent demander que le matériel français tienne une place beaucoup plus grande dans les installations françaises et que la place limitée qui sera réservée au matériel étranger le soit seulement pour les produits de ceux qui ont été, qui sont et qui resteront nos amis. C'est encore une question soluble par la bonne volonté réciproque. Me sera-t-il permis, à titre d'exemple, de rappeler que les exploitants d'usines hydrauliques ont accepté de bonne grâce que, dans les décrets de concession de chutes d'eau du domaine public, soit inscrite l'obligation de principe de la nationalisation du matériel ?

» Cette bonne volonté réciproque permettra à l'Union d'apporter aux syndicats de constructeurs son appui le plus large, notamment dans l'étude de la révision des tarifs douaniers dont l'influence sera si grande sur le développement industriel de la France. Sur un autre terrain, elle doit permettre d'établir ou d'étendre avec nos collègues gaziers des accords où, sans dommage pour le consommateur, les conditions d'action du gaz et de l'électricité seront mieux définies par l'étude de tarifications normales et par l'attribution à chacun des utilisations qui lui conviennent le mieux.

» En nommant une commission pour étudier avec la Société des Électriciens la question de l'enseignement technique, vous avez marqué, Messieurs, l'importance que vous attachez à cet enseignement ainsi, d'ailleurs, qu'à l'enseignement professionnel et à l'apprentissage. Qu'il me soit permis à ce propos de vous signaler l'intérêt qui s'attache à ce que l'action d'union de notre groupement s'exerce non seulement à l'intérieur mais aussi à l'extérieur, notamment pour mettre en contact intime et suivi nos syndicats industriels avec les associations techniques et scientifiques.

» Dans un article très récent de *La Revue électrique*, M. Henry Le Chatelier reprochait aux chefs d'industrie de ne pas croire à la science et se plaignait qu'en France la science et les savants ne soient pas honorés comme ils le sont à l'étranger. Ce reproche ne peut nous toucher car notre Union a depuis longtemps témoigné de sa volonté d'entrer dans la voie désirée par M. Le Chatelier. Si nous n'y avons pas toujours réussi autant que nous l'aurions voulu, nous essaierons demain de réussir mieux. En tous cas, notre bonne volonté est entièrement acquise à un programme d'entente et d'union entre la science et l'industrie; nous chercherons s'il est possible de lui donner une forme pratique permettant d'obtenir des résultats objectifs.

» A côté des efforts limités aux intérêts professionnels, notre Union devra développer son action dans les campagnes qui intéressent la vie même du pays, au premier rang desquelles je placerai la lutte contre l'alcoolisme, contre l'insuffisance de natalité et contre les logements insalubres : s'il est du devoir de tout Français de prendre part à cette lutte, le devoir est encore plus étroit pour les grandes organisations patronales.

» En émettant le 1er septembre 1915, sur la proposition de M. Paré, un vœu pour la répression de l'alcoolisme, vous avez témoigné de vos sentiments. C'est contre ce fléau que doivent porter les premiers efforts, parce que la guérison du mal ne tient — l'exemple en a été donné dans d'autres pays — qu'à la volonté du législateur. L'opinion publique n'hésite plus et des coups décisifs ont été portés au fléau. Il sera vaincu si les intérêts particuliers, intérêts d'électeurs, intérêts d'élus, sont dominés par la volonté nationale.

» Si les syndicats et leur Union doivent prendre part à la campagne entreprise contre l'insuffisance de natalité qui menace l'avenir de notre race, il convient aussi qu'individuellement les industriels prennent les mesures propres à encourager, à aider, à soutenir les nombreuses familles; l'Union des Syndicats de l'Électricité devra tenir à honneur de faciliter ces efforts.

» Il faut enfin détruire le logement insalubre qui, en même temps qu'il pousse à l'alcoolisme, engendre la funeste tuberculose. L'Union doit son concours et son appui à ceux qui en veulent la disparition et, d'ailleurs, à tous nos ouvriers, que ce soit ceux qui, héroïquement, ont opposé leurs poitrines à l'assaut de nos ennemis, que ce soit ceux qui, sans trêve ni repos, dans les usines, ont forgé les armes et les munitions nécessaires, ne faut-il pas procurer le logement clair et sain qui retient et fait goûter, meilleures que toutes, les joies de la famille. Aucun effort ne doit être jugé trop grand pour obtenir ce résultat pour lequel le concours de l'État est indispensable : la France a pu trouver les milliards nécessaires pour chasser l'Allemand, elle doit trouver les quelques milliards qu'il faut pour loger ses enfants.

» Pour ces grandes campagnes notre Union ne pourra mieux faire que de se placer sous l'égide de son aînée, l'Union des Industries métallurgiques et minières dont nos syndicats font partie et de laquelle elle est assurée d'obtenir le plus large concours.

» Messieurs, nous venons de voir que si le champ d'action de l'Union des Syndicats de l'Électricité est limité, son rôle est cependant suffisant pour nécessiter de notre part, à tous, des efforts constants et persévérants.

» Pour essayer de réussir à être digne de la confiance que vous m'avez témoignée, je ne saurai mieux faire que de m'inspirer de l'exemple qui m'a été légué par M. Guillain; je professais pour lui une affection filiale, j'ai bien souvent apprécié sa grande bonté, sa douce bienveillance et je lui ai souvent demandé conseil. En m'appelant à lui succéder, et en le faisant sous une forme qui m'a profondément touché, vous m'avez fait le plus grand honneur qui pût m'échoir de mes pairs; c'est en vous disant à nouveau combien je vous en suis reconnaissant que je veux terminer. »

Anti-alcoolisme. — M. le Président informe ses collègues qu'un Comité, l'Union nationale contre l'alcoolisme, vient d'être constitué sous la présidence de M Appell et la vice-présidence de M. Buisson.



Ce Comité dont le rôle est distinct de celui de la Ligue nationale contre l'alcoolisme (Président : M. Debove) a pour but de réunir pour une commune étude de cette importante question tous les groupements sociaux, industriels, patronaux, etc. qui ont intérêt à voir mener vigoureusement la lutte contre le fléau.

Sur la proposition de M. le Président, il est décidé de suivre la même ligne de conduite que l'Union des Industries métallurgiques et minières.

M. F. Meyer est spécialement chargé de suivre la question.

Enseignement professionnel. — Le Comité s'entretient ensuite de la loi sur l'enseignement professionnel, qui vient d'être adoptée par le Sénat et de la proposition de loi déposée par M. Goy, sénateur, au sujet de l'enseignement technique supérieur.

Le Comité demande d'autre part à la Commission de l'enseignement technique de bien vouloir s'occuper du Bureau d'études qui vient d'être créé à l'École supérieure des Postes et des Télégraphes.

Retraites ouvrières. — M. le Président rappelle à ses collègues que le Sous-Secrétariat d'État à la Guerre vient d'introduire dans les nouveaux marchés de fournitures, d'accord avec le Ministre du Travail, une disposition rappelant que l'employeur doit s'acquitter de sa cotisation patronale pour les ouvriers qui refusent de laisser opérer le précompte. Il peut se libérer soit par des versements mensuels au Greffe de sa Justice de paix, soit par des versements à la Caisse d'assurance à laquelle était précédemment affilié l'ouvrier, soit par des inscriptions faites lors de chaque paye à un compte spécial de Retraites, figurant dans la comptabilité.

L'un ou l'autre de ces trois modes de libération exige du chef d'entreprise un travail matériel assez minutieux, surtout dans les circonstances actuelles qui ont entraîné une grande diminution de personnel. La Caisse syndicale des Retraites a été autorisée par le Ministre du Travail à venir en aide aux adhérents de l'Union des Industries métallurgiques et minières pour centraliser les contributions patronales et tenir en leur lieu et place le compte spécial d'Assurance retraites, visé par les clauses nouvelles du marché de la Guerre.

M. le Président a prié l'Union des Industries métallurgiques et minières de saisir chaque adhérent de l'Union des Syndicats de l'Électricité de la question, car son offre est de nature à intéresser un certain nombre d'entre eux.

Classification douanière. — L'Union des Industries métallurgiques et minières, qui a mis à l'étude les modifications qu'il serait utile d'apporter à notre régime des douanes, a demandé à l'Union des Syndicats de l'Électricité de lui faire connaître quels sont ses desiderata au sujet des changements à introduire dans la classification douanière actuelle. Cette question est remise à la prochaine séance et M. le Président prie ses collègues de bien vouloir s'en préoccuper.

Loi du 17 avril 1916 tendant a réserver un certain nombre d'emplois aux réformés et retraités de la guerre. — M. F. Meyer dit que la question est toujours à l'étude et qu'il en entretiendra ses collègues à la prochaine séance.

Essais de culture mécanique. — M. Eschwège n'a rien de nouveau à ajouter aux informations qu'il a données au cours des séances précédentes. Les essais suivent leur cours normal.

Commission de l'appareillage électrique. — M. Sartiaux informe ses collègues que les études suivent leur cours.

Conditions techniques pour la réception des isolateurs. — La Commission d'Unification des isolateurs, formée sur l'initiative de la Société internationale des Électriciens, vient d'établir son rapport et en a envoyé trois exemplaires au Comité de l'Union.

Il est décidé d'envoyer un exemplaire à chacun des trois syndicats : Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, Syndicat professionnel des Industries électriques et Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, en leur demandant s'ils ont des observations à présenter au sujet de ce rapport.

Impots. — La question des impôts, qui va se présenter après la guerre avec une si grande acuité, est remise à la prochaine séance.

Documents officiels. — M. le Président communique au Comité les documents officiels parus depuis la dernière séance : Loi du 31 mai 1916 portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités (*Journal officiel*, 1er juin 1916). — Décret fixant la composition du Comité pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre (*Journal officiel*, 8 juin 1916). — Décret du 12 juin 1916 approuvant la substitution à la Société des Grands travaux de Marseille de la Société Énergie électrique de la Basse-Isère dans les droits et obligations résultant du décret du 25 octobre 1914 relatif aux travaux d'établissement d'une usine publique hydro-électrique à Beaumont-Monteux (*Journal officiel* 14 juin 1916). — Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces (*Journal officiel*, 24 juin 1916). — Rapport au Ministre de la Commission centrale de taxation des charbons et des frets suivi d'un arrêté fixant les prix de vente maxima des charbons par les importateurs (*Journal officiel*, 1er juin 1916). — Arrêté du 15 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons à l'importation (*Journal officiel*, 16 juin 1916).

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président communique au Comité les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance : Rapport fait au nom de la Commission des douanes chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés tendant à autoriser le Gouvernement à prohiber l'entrée des marchandises étrangères ou à augmenter les droits de douane, par M. Jean Morel (Sénat, 20 avril 1916). — Projet de loi adopté par la Chambre des députés relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre (Sénat, 18 mai

1916). — Proposition de résolution tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre, présentée par M. André Paisant et ses collègues (Chambre des députés, 19 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de résolution de M. A. Paisant et plusieurs de ses collègues tendant à faire délivrer des acomptes réguliers et uniformes sur le montant des indemnités dues en raison des dommages de guerre, par M. Desplas (Chambre des députés, 30 mai 1916). — Rapport fait au nom de la Commission des Finances chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités, par M. E. Aimond (Sénat, 23 mai 1916). — Projet de loi étendant aux Agents de change la loi du 30 décembre 1911 concernant les chèques barrés (Chambre des députés, 6 juin 1916). — Projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes (Chambre des députés, 8 juin 1916).

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1916.

Communication de l'Office national du Commerce extérieur.

Ile de la Grenade.

Adjudication pour l'installation d'une usine électrique.

Il sera procédé le 31 octobre 1916, au Secrétariat colonial, à Saint-George (île de la Grenade, Antilles anglaises), à une adjudication pour l'installation d'une usine électrique pouvant fournir l'éclairage et la force motrice dans cette ville et ses faubourgs (soit un rayon de 5 km).

Le plan de la ville de Saint-George et un exemplaire du cahier des charges pourront être adressés contre envoi d'un mandat postal de 2 livres sterling et shillings. Le montant en sera remboursé si les deux documents précités sont retournés en soumissionnant.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);
16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911, sur l'application de la loi du 15 juin 1906;



17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;

18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation, Réglementation. — Décret du 19 septembre 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces, p. 224.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

Dix-neuvième Bulletin bimensuel de 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 31 juillet 1916.

Présents : MM. Brylinski, président d'honneur; Bizet, président; Berthelot, Brachet, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Beauvois-Devaux, trésorier; Baux, Legouëz, de Tavernier, Widmer et Nivard, membres.

Absents excusés : MM. Eschwège, président d'honneur; Cordier, Javal, vice-présidents; Péridier, Mariage et Sée, membres.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Membres de la Chambre syndicale. — M. le Président a le plaisir de faire part à la Chambre syndicale des promotions suivantes :

Le capitaine H. Cahen, de l'Inspection permanente des fabrications de l'Artillerie, a été promu chef d'escadron, et le lieutenant Fontaine, de la Direction des forges de l'Artillerie, a été promu capitaine [Décret du 15 juillet 1916 (*Journal officiel*, 19 juillet 1916)].

Correspondance. — M. le chef d'escadron Sée remercie ses collègues des félicitations dont il a été l'objet à l'occasion de sa promotion au grade de chef d'escadron.

Nomination du président désigné. — Par application de l'article 3 du réglement intérieur, il y a lieu de procéder à la désignation du président pour la période de 3 ans qui commencera l'année prochaine.

Sur la proposition de M. Bizet, la Chambre syndicale nomme par acclamation M. Berthelot pour remplir ces fonctions.

M. Berthelot remercie ses collègues de l'honneur qu'ils lui font en le désignant pour la présidence du Syndicat pendant les années 1917 à 1920. Il s'efforcera, pendant l'année qui précédera son entrée en fonction, de se pénétrer de toutes les questions intéressant l'avenir de la Chambre syndicale qui sont actuellement à l'ordre du jour tant auprès des Pouvoirs publics que des diverses Administrations ou des Sociétés intéressées. Il compte sur l'appui bienveillant des présidents MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwège et Bizet pour se préparer à la lourde tâche qui lui incombera.

Admissions. — M. le Président fait part des propositions d'admission et des adhésions.

Assemblée générale. — La Chambre syndicale fixe au lundi 25 septembre 1916, à 16 h, la date de la prochaine Assemblée générale ordinaire et arrête l'ordre du jour comme suit :

1° Ouverture de l'Assemblée par le Président;

2° Compte rendu du Secrétariat sur les travaux de l'exercice;

3° Rapport des trésorier et vérificateurs;

4° Élection de la Chambre syndicale (art. 21 des statuts);

5° Élection des vérificateurs pour 1916;

6° Proposition à faire pour l'Assemblée générale de 1917; (art. 25, § 3 des statuts).

Une réunion de la Chambre syndicale suivra celle de l'Assemblée générale, de manière que la Chambre syndicale puisse nommer et compléter le Bureau.

Modification des statuts. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour exposer sommairement les communications parvenues au Secrétariat relativement à la question des modifications des statuts.

Le projet présenté par M. Nivard au nom de la Commission spéciale a été envoyé à tous les membres de la Chambre syndicale.

M. le Président sans méconnaître l'utilité des modifications proposées, rappelle qu'en principe les modifications statutaires ont été suggérées à la Chambre syndicale pour des raisons budgétaires, à savoir : se procurer les ressources nécessaires pour pouvoir utilement contribuer à la création de la *Revue générale de l'Électricité*.

Il estime que ce but étant d'ores et déjà atteint, l'urgence que présentait la révision des statuts n'existe plus. La nécessité de cette révision subsiste néanmoins, mais, devant les objections faites et surtout devant l'impossibilité pour un certain nombre de nos collègues et pour un grand nombre de nos adhérents de participer à cette étude et au vote des résolutions qui suivront, il convient d'ajourner la question.

Cet ajournement doit permettre à la Commission et à M. Nivard de poursuivre l'étude en examinant les observations déjà faites afin d'aboutir à des conclusions définitives qui seront soumises à l'Assemblée générale dès que les circonstances le permettront.

M. Nivard insiste pour que, ainsi que l'a indiqué M. le Président, la question ne soit qu'ajournée et que l'étude en soit activement poursuivie afin d'aboutir à une solution pratique dans un avenir prochain.

M. le Président indique que telle est bien la portée des idées qu'il a exprimées et il demande à la Chambre syndicale de prier M. Nivard de vouloir bien continuer avec la Commission la mise au point des modifications statutaires en s'entourant à cet égard de toute la documentation actuelle et éventuelle qui pourra lui être nécessaire.

Les observations présentées jusqu'à présent par les membres de la Chambre syndicale seront transmises à M. Nivard.

Les augmentations de subventions d'ores et déjà réalisées assurent dans une suffisante mesure les ressources budgétaires nécessaires à la création de la *Revue générale de l'Électricité*. Divers membres de la Chambre syndicale croient que néanmoins il pourrait être utile, en attendant que les modifications statutaires projetées relativement aux cotisations des membres puissent être réalisées, d'inviter les adhérents à payer annuellement 30 fr à partir de l'exercice 1917.

La Chambre syndicale se range à cet avis.

Augmentation du chiffre des subventions. — En présence des résultats déjà obtenus, la Chambre syndicale décide que les subventions seront généralement récupérées pour l'exercice 1916 sur la base de 0,50 fr le kilowatt, ce qui correspond au doublement des chiffres de base appliqués pour les subventions pour les années précédentes.

C'est dans ces conditions que le Trésorier et le Secrétariat assureront la rentrée des subventions.

Sursis d'appel. — M. le Président donne lecture d'une proposition de résolution tendant à la révision de tous les sursis d'appel, et qui a été adoptée au Palais Bourbon (séance de la Chambre des députés du 24 juillet 1916 (*Journal officiel*, 25 juillet 1916).

Application éventuelle aux usines d'électricité des décrets des 23 décembre 1915 et 21 juin 1916 (art. 5). — M. le Président donne lecture des conclusions du Comité consultatif relatives à cette question. Elles sont très étroites en droit, mais en fait peuvent donner tous les apaisements nécessaires ainsi que l'expérience l'a prouvé.

Emploi des réformés ou retraités des armées de terre et de mer. — Les grandes lignes des réponses faites à ce sujet émanant du président de la Commission des mutilés de la guerre sont communiquées à la Chambre syndicale. Les membres présents pourront en recevoir copie à leur demande.

Commission d'unification des isolateurs de lignes a haute tension. — M. le Président donne lecture du rapport de la Commission d'unification des isolateurs de lignes à haute tension de la Société internationale des Électriciens. Il fait remarquer, contrairement à un passage de ce rapport, que les usines d'électricité pas plus que les installateurs ne désirent multiplier les modèles. Des assurances conformes seront données à ce sujet à la Commission. La question sera signalée au Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Enquête sur les conséquences de l'application de la loi relative a la réforme de l'heure. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Weiss, Direction des Mines, des Distributions d'énergie et de l'Aéronautique, du 11 juillet 1916, demandant quelles ont été les conséquences de l'application de la loi relative à la réforme de l'heure. Un dossier volumineux a été réuni. Les conclusions qui s'en dégagent sont qu'en présence de l'augmentation de la consommation de l'énergie électrique dans les usines de guerre, les économies relatives réalisées sur la dépense de combustible sont très faibles et en fait ne peuvent se chiffrer d'une manière statistiquement exacte.

Crédit a long terme aux États-Unis. — M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Gabriel Cordier, transmettant une lettre de M. le Président de la Chambre de Commerce de Paris au sujet de la possibilité d'obtenir aux États-Unis des crédits à long terme pour des affaires d'une grande importance.

La Chambre syndicale prend acte de ces indications qui pourront être utilement mises à profit. La question est transmise à M. Legouëz, afin qu'il puisse éventuellement en faire l'objet d'une communication à la prochaine séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité fixée au 6 septembre.

Assurances accidents. — Comme suite à la lettre du 20 juin de M. Brylinski relative à cette question, M. Doucerain, assureur conseil du Syndicat, a été consulté. Il a conseillé, dans sa lettre du 29 juillet, des formules qu'il paraît utile de communiquer aux usines adhérentes. Ces indications feront l'objet d'une circulaire.

Office des charbons. — M. le Président indique qu'une réunion de l'Office des charbons a eu lieu le 7 juillet 1916 au siège de la Chambre syndicale et résume la situation.

M. Bizet a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès subit de M. Léon, qui avait rendu de très grands services aux usines françaises pour la fourniture aussi régulière que possible du charbon anglais. Il demande qu'il soit fait mention spéciale au procès-verbal des regrets de notre Chambre syndicale. Les obsèques de M. Léon auront lieu incessamment à Paris où le corps sera rapporté. Le Syndicat pourra y être représenté.

M. Léon laisse une très grande quantité de dossiers personnels très délicats à consulter et difficiles à mettre à profit étant donnée la tâche considérable que M. Léon s'était personnellement imposée.

M. Weiss, directeur des Mines, des Distributions d'énergie électrique et de l'Aéronautique, s'est rendu à Londres à ce sujet.

Dans des entretiens personnels, M. Weiss a protesté contre les inquiétudes que les industriels paraissent manifester relativement à la question des frets.

M. Bizet signale la lettre intéressante écrite par M. Brylinski sur la nécessité de la fourniture des qualités de charbon qui doivent être livrées conformément aux demandes des usines : l'inobservation de ces demandes peut occasionner des déconvenues très fâcheuses rela-

tivement à la capacité de production de chaque usine: Certaines d'entre elles ont vu leur productivité diminuée de 50 pour 100 parce qu'elle n'avaient pas reçu les grains criblés et lavés qui leur étaient nécessaires. La lettre de M. Brylinski sera communiquée à M. Weiss.

Union des usagers des voies navigables françaises. — M. le Président donne lecture des documents relatifs à cette Union; en fait, le but de cette création est d'éliminer les intermédiaires onéreux. La location des péniches directement par les Sociétés a permis une diminution du prix de revient dans certains cas intéressants cités par M. Bizet, notamment dans la région de l'Est.

Le dossier de cette question est remis à M. Nivard.

Au point de vue des approvisionnements de charbon, M. Nivard indique qu'on peut s'assurer auprès des Compagnies d'assurance, moyennant une prime de 1,5 pour 100, risque de guerre compris, pour une durée quelconque. Il y a lieu naturellement de tenir compte des conditions des clauses générales des polices d'assurance françaises ou anglaises qui ne sont pas absolument comparables.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président remet aux membres présents les documents émanant de cette Union et se rapportant aux questions suivantes [1] :

Loi du 31 mai 1916 portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités. — Rapport présenté au Ministre des Travaux publics par la Commission centrale de taxation des charbons et des frets. — Décret du 6 juin 1916 fixant la composition du Comité institué pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre. — Projet de loi adopté par le Sénat concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes. —Arrêté du 15 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons par les importateurs. — Décret du 11 juin 1916 portant création au Ministère de la Guerre d'une Commission des métaux et des bois. — Projet de loi sur les dommages de guerre. — Loi du 1er juillet concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes. — La conférence économique des Alliés. — Décret du 21 juin 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces. — Décret du 20 juin 1916 relatif au payement des dépenses de l'État et des départements au moyen de virements de banque et de mandats-cartes postaux. — Décret du 24 juin 1916 levant la prohibition d'importer les automobiles et modifiant les droits d'entrée qui frappent ces voitures.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport de M. Jouanny sur l'usurpation de la qualification de « Français » et les n° 38 et 39 du *Bulletin d'Information* « Documents sur la guerre ».

Caisse syndicale de retraites. — M. le Président communique à la Chambre syndicale le rapport de l'Assemblée générale du 14 juin 1916, de la Caisse syndicale des retraites des Forges.

Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires publiées par ce Syndicat.

Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la contribution à l'étude des conditions de paix à imposer aux Austro-Turco-Allemands, » dont l'auteur est M. Grangé, vice-président de ce Syndicat.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale la communication de M. Lecler à la Société des Ingénieurs civils de France sur « les directives de l'organisation industrielle moderne », qui a été reproduite dans le procès-verbal de la Société des Ingénieurs civils du 26 mai 1916 et la notice sur la Foire de Bordeaux de septembre 1916.

Documents officiels. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale des documents suivants paru au *Journal officiel* depuis la dernière séance : Loi du 1er juillet 1916 concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes (*Journal officiel*, 2 juillet 1916). — Décret du 26 juin relatif à la prorogation des délais en matière de loyers (*Journal officiel*, 30 juin 1916). — Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne (*Journal officiel*, 21 juillet 1916). — Décret du 25 juillet 1916 modifiant le décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie (*Journal officiel*, 26 juillet 1916). — Rapport au Ministre suivi d'un arrêté et d'un tableau fixant les prix maxima pour la vente des charbons à l'importation (*Journal officiel*, 30 juin 1916). — Arrêté fixant pour l'année 1916, les frais de contrôle dus à l'état par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concession (*Journal officiel*, 23 juillet 1916).

Rapports, projets et propositions de lois. — Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modification par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes, par M. Raoul Péret (Chambre des députés, 29 juin 1916). — Avis présenté

[1] Ces documents peuvent être consultés au Secrétariat du Syndicat.

au nom de la Commission de la législation fiscale sur ce projet de loi, par M. Édouard Andrieu (Chambre des députés, 24 juin 1916). — Proposition de loi relative à l'institution d'offices départementaux et de bureaux paritaires de placement, présentée par M. Paul Strauss et ses collègues (Sénat, 8 juin 1916). — Proposition de loi, adoptée par le Sénat, relative à l'organisation de l'enseignement technique, industriel et commercial, transmise à la Chambre des députés (Chambre des députés, 7 juillet 1916). — Avis présenté au nom de la Commission de la législation civile et criminelle sur la proposition de loi de M. Failliot relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre, par M. Henry Lémery (Chambre des députés, 14 juin 1916). — Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement et portant que l'effet sera payable au débit de son compte soit à la Banque de France, soit dans une Chambre de compensation, par M. Albert Grodet (Chambre des députés, 30 juin 1916).

La prochaine séance aura lieu le 25 septembre 1916 à l'issue de l'Assemblée générale.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension).

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés, et circulaires pour l'application de cette loi;

13° Modèle de police d'abonnement;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition);

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (Arrêté de M. le Ministre du Travail du 9 octobre 1913).

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et réglementation. — Décret du 19 septembre 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces, p. 224.

Chronique financière et commerciale. — Offre et demandes d'emplois, p. XXI.



TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Action des diélectriques imparfaits placés dans le champ des antennes radiotélégraphiques [1].

L'auteur a constaté les particularités signalées par L.-W. Austin [2] sur la résistance des antennes utilisées en télégraphie sans fil; mais il lui paraît impossible d'attribuer l'augmentation de la résistance à une absorption par la terre considérée comme diélectrique imparfait; car l'effet persiste, en effet, même aux fréquences téléphoniques alors que les calculs de True et Reich, basés sur les mesures de conductibilité et de constante diélectrique du sol, montrent que, à la fréquence élevée correspondant à une longueur d'onde de 1000 m, le courant de conduction est encore 100 fois plus fort que le courant de déplacement. L'absence d'absorption par la terre a été confirmée aussi par des mesures effectuées sur un condensateur à anneau de garde dont le diélectrique était constitué moitié par de l'air, moitié par de l'argile. Ce système se comportait comme un condensateur parfait quand on le mettait en série avec une résistance indépendante de la fréquence. On ne constatait une légère absorption que si l'argile devenait trop sèche ou n'était pas suffisamment tassée.

Il y a donc lieu de croire que l'absorption est due aux diélectriques médiocres qui se trouvent dans le champ de l'antenne. Pour vérifier qu'il en est bien ainsi, M. J.-M. Miller a établi une antenne d'essai constituée de six fils parallèles tendus à 30 cm seulement au-dessus du sol, loin de tout bâtiment et en général de tout corps médiocrement diélectrique. Cette disposition devait amplifier l'absorption par la terre s'il y en avait une. Les fils étaient supportés par quatre poteaux en bois par l'intermédiaire de deux isolateurs en porcelaine écartés de 1 m. Un simple conducteur isolé de la même manière pénétrait dans le bâtiment où l'on faisait les mesures. La prise de terre était réalisée par une connexion avec les conduites d'eau. Il faut remarquer que la longue attache isolante des fils d'antenne avait pour conséquence une diminution de la capacité de l'antenne par rapport aux supports; cette capacité était de 850×10^{-6} microfarad. Dans ces conditions on constate que la résistance diminue d'abord très rapidement pour des longueurs d'onde variant de 500 à 2000 m; elle est constante de 2000 à 12 000 m; puis commence à croître légèrement, très vraisemblablement à cause du conducteur qui aboutit au bâtiment. On a obtenu le même résultat en opérant aux fréquences téléphoniques pour lesquelles une absorption pouvait être décelée.

En augmentant la capacité de l'antenne de 40×10^{-6} microfarad avec trois fils tendus entre la partie isolée et les porcelaines de trois poteaux, ce qui constitue un petit condensateur imparfait, il y a un accroissement de la résistance proportionnel aux longueurs d'onde et pour toutes les longueurs d'onde. Dans les expériences de Austin sur des stations de bord, les antennes étaient supportées par des pylônes en fer, et c'est ce qui explique probablement le léger accroissement de résistance.

Dan un autre essai, le fil collecteur aboutissait à une deuxième antenne située dans le bâtiment; la capacité était alors augmentée de 60×10^{-6} microfarad; de plus les mesures étaient faites à 5 m de la fenêtre, à l'intérieur, du laboratoire. La résistance croît toujours proportionnellement à la longueur; il en est encore de même pour des antennes situées complètement dans le bâtiment et ayant pour prise de terre les mêmes conduites d'eau. Finalement, on a cherché l'influence d'un arbre sur l'absorption. A cet effet, on avait tendu deux fils parallèles entre un bâtiment et un arbre distants de 20 m, à une hauteur moyenne de 5 m au-dessus du sol. L'antenne était prolongée par un autre fil de 6 m de longueur courant entre deux branches, mais isolé de l'arbre au moyen d'isolateurs en porcelaine. Le dispositif permettait alors de mesurer la résistance de l'antenne avec ou sans le fil supplémentaire. Dans le premier cas l'accroissement de résistance en fonction de la longueur d'onde est énorme; il est à peine sensible dans le second. L'addition du fil supplémentaire augmente la capacité de 390×10^{-6} à 540×10^{-5} microfarad et cause un déphasage d'environ 2° avec le courant du condensateur. Les mesures ont été faites dans le cours de l'hiver, alors que l'arbre était dépouillé de ses feuilles.

Cette étude a amené l'auteur aux conclusions pratiques suivantes. Dans l'établissement d'une antenne, il est de première importance de rendre aussi faible que possible l'absorption diélectrique de cette antenne considérée comme un condensateur, de façon à réduire ses pertes au minimum et à augmenter son rayonnement; on peut également améliorer à ce point de vue les installations existantes. Il suffit de rendre la capacité de l'antenne par rapport aux poteaux en bois, aux arbres, aux murs, aux isolateurs, etc., très petite en comparaison de sa capacité dans l'air libre. Il est bon aussi de tapisser les murs des salles où se font des mesures d'écrans métalliques reliés à des plaques de terre. En d'autres termes, le champ électrostatique excité par les décharges oscillantes doit être débarrassé de tous les diélectriques imparfaits et principalement aux points où le champ est le plus intense.

B. K.

[1] JOHN M. MILLER, *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 269, publié le 20 mars 1916.

[2] L.-W. AUSTIN, Note sur la résistance des antennes utilisées en télégraphie sans fil (*La Revue électrique*, t. XXV, 21 avril 1916, p. 241).

APPLICATIONS THERMIQUES.

INFLAMMATION DES GAZ.

Notes sur l'inflammation des mélanges de gaz explosifs par étincelles électriques [1].

L'inflammation d'un mélange de gaz explosif par une étincelle est ordinairement considérée comme résultant de la chaleur communiquée par l'étincelle au gaz. A première vue il est naturel de supposer que la faculté, pour l'étincelle, d'enflammer le gaz puisse s'exprimer en fonction de l'énergie thermique de cette étincelle. Mais si l'on examine le sujet expérimentalement, on en vient aussitôt à soupçonner que l'inflammation dépend, en partie sinon entièrement, d'une cause autre que la chaleur. Telles menues étincelles n'enflammeront pas un gaz éminemment inflammable, alors que leur température peut être bien supérieure à la température d'inflammation. D'autre part, il a été établi, notamment par le professeur W.-M. Thornton, que, pour produire une étincelle d'inflammation, une plus grande somme d'énergie est nécessaire avec un courant alternatif qu'avec un courant continu, et que la relation des volts et des ampères, immédiatement avant la formation des étincelles, présente un caractère différent dans les deux cas. Ce dernier fait suffit alors à motiver la question suivante : L'inflammation dépend-elle d'un facteur autre que la chaleur? Diverses expériences suggèrent une réponse.

Qu'un fil de fer chauffé par un courant continu soit disposé au-dessus d'un électroscope en charge, on constatera qu'au moment où le fil commence à rougir il est sans effet sur l'électroscope : alors, il n'y a pas possibilité d'inflammation. Mais si l'on augmente le courant graduellement, le fil atteint une température telle que l'électroscope se décharge franchement : c'est à cette température que l'inflammation aura lieu. Une expérience semblable, avec fil de platine, a été réalisée par Thornton et, de son côté, J.-R. Thomson a établi ce fait particulièrement important : « La possibilité d'enflammer à froid un mélange explosif par application de rayons X sur une surface de platine située dans ce mélange. »

Une autre expérience, visant le même sujet, consiste à disposer un éclateur à pointes dans un circuit de haute tension, ou de bobine d'induction, de manière qu'une étincelle ne puisse passer ni à travers l'air seul, ni à travers le gaz de houille seul ; les pôles de l'éclateur n'émettent qu'une faible lueur bleue visible dans l'obscurité. Mais si les pôles sont disposés dans une petite chambre où l'on introduit un mélange d'air et de gaz de houille, on constate qu'au bout d'un certain temps, variable avec la longueur d'écartement, le mélange explose. Ce temps peut varier d'une fraction de seconde à deux minutes et plus. Si l'écartement est trop grand, aucune explosion ne se produit.

Toutes les expériences ci-dessus décrites tendent à démontrer l'origine ionique de l'inflammation. On a vu en effet que, la source étant ou un fil chaud ou bien une étincelle, l'inflammation ne se produisait qu'à la faveur de l'ionisation et, au surplus, que l'ionisation seule, sans chaleur, était capable de déterminer l'inflammation.

D'autre part, il reste dûment établi que, d'une manière générale, les mélanges gazeux ne sont combustibles que si les proportions rentrent dans de certaines limites. Ces limites, pour le méthane et l'air en particulier, ont été étudiées avec soin par le Dr Wheeler qui, de concert avec Thornton, chercha à déterminer le minimum d'étincelle simple propre à enflammer les mélanges dans les limites considérées. Des mélanges air-méthane à moins de 5,6 pour 100 et à plus de 14,8 pour 100 de méthane sont impropres à l'inflammation.

La figure 1 montre, d'après Wheeler, comment le courant continu de l'ordre le plus faible, nécessaire à produire une étincelle simple, varie avec les proportions du mélange gazeux. On voit que les mélanges les plus sensibles sont ceux comprenant de 7,5 à 9 pour 100 de méthane.

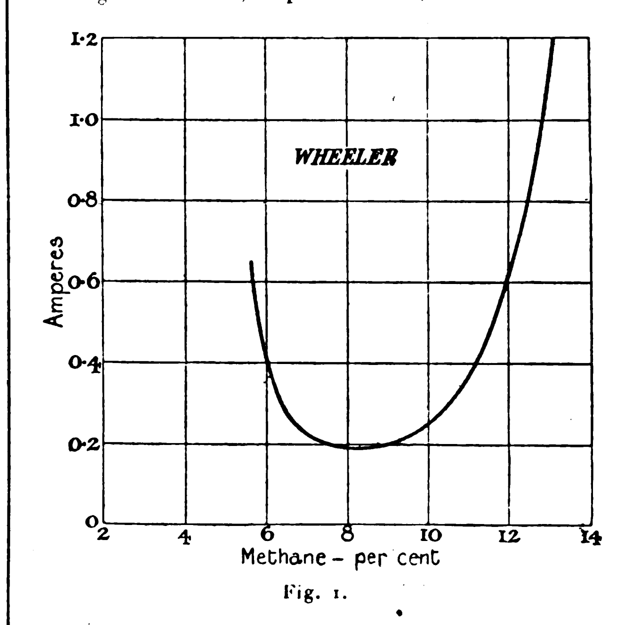


Fig. 1.

Avec le courant alternatif, la courbe change de caractère et prend une forme symétrique, comme le montre la figure 2, d'après Thornton. Alors le courant varie comme le « carré de l'excès de l'un ou de l'autre des mélanges gazeux, de chaque côté du point de sensibilité maximum d'inflammation ».

On définit ordinairement l'étincelle minimum d'inflammation, pour un mélange donné, par les nombres de volts et d'ampères en jeu, ou bien par le nombre d'ampères

[1] J.-D. Morgan, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, n° 254 15 janvier 1916, p. 196 à 203.

et l'impédance du circuit avant la formation de l'étincelle. Bien que la validité rigoureuse de cette méthode ait été justement mise en doute, qu'il s'agisse de circuits inductifs ou non inductifs, on ne peut nier la valeur pratique de courbes établissant les relations entre les nombres

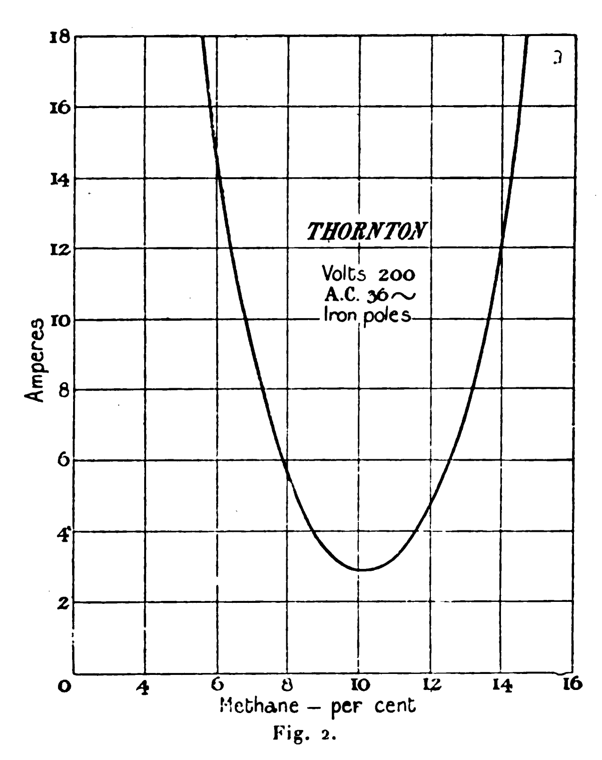


Fig. 2.

de volts et d'ampères, ou entre les ampères et l'inductance, dans les circuits qui, interrompus, donnent lieu à des étincelles capables d'enflammer un certain mélange gazeux, parce qu'elles indiquent commodément les conditions usuelles où une étincelle dangereuse peut se produire.

L'auteur a reconnu qu'une étincelle simple qui, répétée lentement, n'enflammera pas un gaz, produira l'inflammation, au bout d'un certain temps, si elle est répétée à de faibles intervalles. Autrement dit, le facteur temps paraît être d'importance dans les phénomènes d'ignition. Si, au lieu d'un dispositif de rupture simple, on emploie un système d'interrupteur vibrateur (tel que le trembleur d'une sonnerie), on constatera que, pour une étincelle donnée et pour une certain mélange gazeux, le pouvoir d'inflammation dépend de la prolongation de l'étincelle aussi bien que des conditions du circuit examinées précédemment.

La figure 3 montre la courbe typique correspondant à l'emploi d'une étincelle de trembleur dans une atmosphère explosive comprenant un mélange d'air à 10 pour 100 de gaz de houille. L'intensité, au cours de l'expérience, fut d'environ 0,4 ampère. A 9 volts, l'inflammation fut instantanée. En réduisant la tension à 7 volts, on n'obtint pas d'inflammation avec une étincelle de simple rupture, même répétée aussi rapidement que le permettait la manipulation à la main; mais en laissant le trembleur vibrer normalement, l'inflammation eut lieu après 1 seconde. A 5 volts, l'inflammation mit 10 secondes à se produire. Ce fait a une importance pratique en ce qui concerne le système de signaux de sonnerie couramment employé dans les mines, système d'après lequel le circuit est fermé par contact d'un morceau de fer sur un double fil nu. Parfois une vieille lime ou un canif sont affectés à cet usage, et quel que soit l'instrument employé, la surface en est ordinairement rugueuse. En appliquant cet instrument contre les fils, il se produit

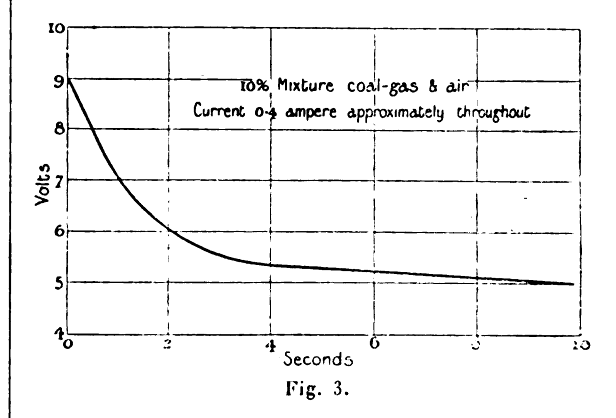


Fig. 3.

donc, non pas une simple étincelle, mais une succession rapide d'étincelles analogues à celles d'un trembleur.

Revenant à la question de la mesure des volts et des ampères en circuit, ou des ampères et de l'inductance, considérée comme mesure de l'inflammabilité de l'étincelle, le professeur Thornton a reconnu que l'énergie d'une étincelle de rupture (ou étincelle simple) est proportionnelle à la puissance du circuit et a pour expression $\frac{1}{2} L i^2$, dans laquelle i est l'intensité en circuit. Depuis, un nouveau pas a été fait, et dans un récent article de l'*Electrical Review* (1), s'appuyant sur les travaux de Thornton et sur les courbes de Wheeler, il fut établi que le pouvoir d'inflammabilité d'une étincelle de rupture s'exprime par $L i^{1,54}$, ou approximativement par $L i^{\frac{3}{2}}$. En définitive, il est reconnu que pour tout mélange gazeux il existe une valeur constante du produit $L i^{\frac{3}{2}}$ au delà de laquelle la rupture du circuit sera susceptible d'enflammer le mélange. Mais si intéressantes que soient ces données, elles ne paraissent pas se traduire, en réalité, sous une forme aussi simple. Des étincelles d'inflammation peuvent se produire sur des circuits pratiquement sans induction où passent quelques ampères. De telles étincelles échappent à une expression basée sur l'inductance; ce sont à proprement parler des étincelles « chaudes ».

D'autre part intervient, dans le phénomène d'inflammation, la question des contacts entre lesquels se produit l'étincelle, et il est à remarquer que, selon la forme et la nature de ces contacts, une même somme d'énergie peut engendrer des étincelles capables, ou non, d'inflammation.

La conclusion générale de l'auteur, après quantité

(1) *Electrical Review*, vol. LXXVII, 1915, p. 65.

7...

d'expériences variées sur l'inflammation électrique des gaz, est qu'il importe de distinguer entre l'énergie productrice d'étincelle et cette propriété de l'étincelle, par lui dénommée *incendivity*, en vertu de laquelle se produit l'inflammation. Ces deux facteurs n'ont pas de commune mesure; toutefois il peut exister entre eux une relation plus ou moins régulière, lorsque certaines conditions physiques sont maintenues constantes. L'inflammation semble dépendre de l'ionisation causée par l'étincelle. Dans l'intervalle des étincelles, l'ionisation peut être rapidement dissipée ou neutralisée. Si l'action neutralisante prédomine, il n'y a pas inflammation de mélange gazeux. Si au contraire l'action neutralisante est nulle ou faible, l'inflammation se produit immédiatement. Entre ces deux limites, il existe toute une variété de conditions intermédiaires, et c'est ce qui explique évidemment les délais d'inflammation indiqués dans la figure 3, ainsi que beaucoup de nombreuses irrégularités reconnues au cours des expériences entreprises à ce sujet.

Les circuits de sonnerie dans les mines. — L'auteur, examinant ensuite la question du danger d'inflammation par étincelles dans les mines, du fait des circuits d'éclairage et de force, reconnaît que cette question a déjà été étudiée à fond et que, sauf dans le cas de rupture accidentelle des câbles, aucun danger n'est à craindre si les dispositifs de protection usuels sont maintenus en bon état.

Le danger inhérent à la production des étincelles, à découvert, sur les fils nus des circuits de sonnerie usités dans les mines, a été plus négligé et l'auteur trouve urgente la nécessité d'y porter remède. Après une brève digression sur ce qui a été fait et publié quant au rôle des appareils enfermés, au point de vue des explosions, la question des étincelles dans les circuits de sonnerie de mines est traitée à fond. Nous ne ferons que signaler les principaux résultats de cette étude expérimentale.

L'auteur détermine, d'une part, les variations des constantes d'un circuit de sonnerie suivant le réglage de celle-ci, d'autre part les constantes qui correspondent à l'inflammation du gaz de houille, soit par étincelles produites au trembleur de la sonnerie, soit par étincelles de rupture ou de contact sur le circuit extérieur.

Les résultats de la première série d'expériences sont les suivants :

	E en volts.	i en amp.
a. Pour minimum d'étincelle au trembleur	4	0,1
et minimum de tension du ressort....	12	0,2
b. Pour maximum d'étincelle au trembleur	4	0,05
et minimum de tension du ressort....	12	0,2
c. Pour maximum d'étincelle au trembleur	4	0,1
et maximum de tension du ressort....	12	0,3
d. Pour minimum d'étincelle au trembleur	4	0,2
et maximum de tension du ressort....	12	0,4

La deuxième série d'expériences est la répétition, dans une atmosphère de gaz de houille, des expériences de la première série; les résultats en sont représentés par les courbes de la figure 4. On voit que, dans les conditions de minimum d'étincelle et de minimum de tension du ressort (courbe *a*), l'inflammation eut lieu à 6 volts, aussi bien par trembleur que par rupture. Dans les autres conditions (courbes *b*, *c*, *d*) l'inflammation eut lieu à 4 volts.

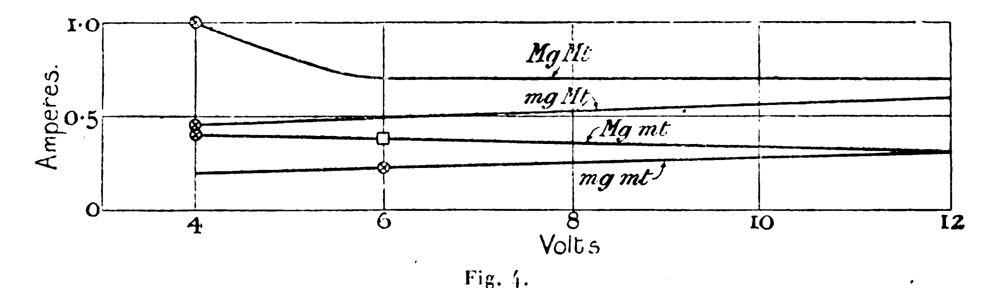


Fig. 4.

Les expériences ci-dessus se rapportant au gaz de houille, leurs limites de sécurité s'appliqueront *a fortiori* au méthane.

Il résulte de ce qui précède que la tension de service des signaux, dans les mines, devrait être réduite à un extrême minimum. D'après l'auteur, la limite de 25 volts, autorisée par le *Home Office*, est beaucoup trop élevée. Il faudrait aussi augmenter la résistance intérieure des batteries, de manière à éviter un excès de courant en cas de court circuit accidentel. De plus, des précautions spéciales devraient être prises pour supprimer l'étincelle ou la réduire à des dimensions négligeables. L'un des remèdes proposés par l'auteur consiste dans l'emploi d'une sonnerie montée de telle sorte que le trembleur, au lieu d'interrompre le circuit de l'électro, met celui-ci en court circuit. Dans ce cas l'étincelle est fort réduite au trembleur, mais non dans le circuit extérieur. Une solution plus complète réside dans l'emploi d'un relais de sonnerie actionné par une batterie de 4 volts, au régime de 0,1 ampère. La production d'étincelles dans le circuit extérieur du relais est alors tout à fait insignifiante et, dans ces conditions, aucune inflammation de gaz de houille ne fut reconnue possible. Quant à l'étincelle de contact du relais, on peut l'éviter en disposant un condensateur ou une résistance non inductive sur ce contact. Pour la sonnerie, employer un trembleur à court-circuit.

A. R.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

GÉNÉRALITÉS.

Les industries électrochimiques en Italie.

L'énorme développement qu'a pris en ces dernières années l'utilisation des forces motrices hydrauliques que possèdent en si grande abondance certaines régions de l'Italie a naturellement conduit à rechercher dans l'électrochimie un débouché à l'énergie électrique ainsi produite. Les résultats financiers obtenus ne furent pas toujours heureux car, d'une part, l'électrochimie exige une éducation scientifique différente de celle qui suffit pour la production et la distribution de l'énergie électrique; d'autre part, les promoteurs songeaient plutôt à lancer des affaires qu'à une exploitation sérieuse, et enfin, certains milieux, non italiens, tenaient à conserver à l'Allemagne le monopole de la fourniture des produits chimiques en Italie et faisaient tous leurs efforts pour entraver l'industrie naissante.

Dans une remarquable conférence faite récemment à Rome, devant la Société pour le Progrès des Sciences et dont une traduction vient d'être publiée par notre confrère, le *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, dans ses numéros du 15 septembre et du 1er octobre, M. Arthur Miolati a exposé l'état actuel de cette industrie et indique le développement qu'elle est susceptible de prendre dans un avenir prochain. Les quelques extraits que nous en donnons ci-dessous montrent que, malgré les difficultés du début, l'industrie électrochimique italienne a déjà pris une importance assez grande dans certaines branches de fabrication.

1. En examinant brièvement ce que l'industrie chimique fait en Italie, ce qu'elle pourrait encore faire, et commençant par les industries électrothermiques, il convient, avant tout, d'indiquer l'industrie du carbure de calcium, la première industrie électrothermique qui a pris son essor et s'est affermie en Italie. Elle est encore la plus importante parmi les industries électrochimiques italiennes, soit pour la somme des chevaux électriques employés (environ 60 000), soit pour la valeur intrinsèque du produit. Le carbure de calcium est fabriqué par plusieurs entreprises, mais principalement par la Société italienne du carbure de calcium (36 000 ch et 33 000 tonnes).

Dans la statistique de la production mondiale de ce produit, l'Italie figure comme une des plus fortes productrices.

Après la crise du carbure, l'industrie italienne n'a pas retrouvé la prospérité des premières années, mais elle s'est organisée d'une manière satisfaisante.

Ce qui a certainement contribué à ce résultat, c'est l'absorption d'une grande quantité de carbure (ne figurant pas dans les statistiques) pour la fabrication de la calciocyanamide (20 000 tonnes). Cette dernière industrie a eu aussi sa période critique, tant pour les difficultés surgies dans la fabrication que pour le placement du produit. La quantité de calciocyanamide qui se vend actuellement est fort importante; on en utilise une grande partie pour la préparation du sulfate ammoniacal et de l'ammoniaque. Il serait intéressant de voir si l'ammoniaque de la calciocyanamide pourra rivaliser avec l'ammoniaque synthétique que l'on dit coûter moins cher que celle produite par les eaux d'épuration du gaz d'éclairage.

Il y a quelques années, on avait commencé, en Italie, la fabrication du carbure de baryum pour obtenir de la baryte par décomposition, produit demandé alors par les fabriques de sucre; mais cette industrie a dû disparaître par suite des modifications du régime fiscal auquel est soumise l'industrie sucrière.

Pour rester sur la question du carbone, nous parlerons de la fabrication des charbons graphitiques, usés largement dans les industries électriques et électrochimiques, fabrication dont s'occupe à Narni la Societa Italiana dell' elettrocarbonium. Cette fabrication a reçu récemment une notable impulsion, au point que dans peu l'installation sera doublée, mais il serait utile que l'on essayât, là ou ailleurs, la production du graphite artificiel largement employé pour la préparation des électrodes de tous genres.

La préparation du carborundum (carbure de silicium) et d'autres produits analogues (alumine, émeri artificiel, etc.) ne se fait pas en Italie et l'importation en est considérable.

Récemment à Narni, dans le vieil établissement de la Societa Valnerina, on a employé, pour un certain temps, 6000 kw pour la production du silicium réquisitionné par l'autorité militaire. Actuellement, cette force est employée pour produire du ferro-silicium.

La préparation du siliciure de calcium serait aussi une chose assez intéressante, présentant sur l'aluminium le notable avantage de fournir un produit d'oxydation qui est le silicate de calcium, bien plus fusible que l'alumine.

2. L'électrosidérurgie a pris en Italie une importance considérable; même, dans ce champ, nous avons à enregistrer un des rares succès uniquement italiens.

Les fours électriques Stassano, si calomniés, ont donné et donnent encore d'excellents résultats entre les mains d'habiles techniciens. On en a installé non seulement en Italie, mais encore en Allemagne, en Autriche, en Russie, en Angleterre, aux États-Unis d'Amérique. Il y en a, actuellement, plusieurs en construction et d'autres qui doivent remplacer des fours électriques d'autres types. Les fours du type Angelini et Bessanesi doivent être considérés comme des dérivés du four Stassano.

A Dalmine, la Société italienne des tubes Mannesman a deux fours Héroult; à Lovere (Bergame) on a installé un four Kjellin-Rœdenhauser à induction qui, n'ayant pas donné des résultats satisfaisants, fut remplacé par

un four Stassano. La maison Ansaldo, qui possède déjà un four Girod, est en train d'installer un four Stassano.

Dans ces fours électriques on produit des aciers fins et des aciers spéciaux; pour la production de ces derniers ainsi que des alliages de fer-manganèse, vanadium, tungstène et autres produits similaires, le four Stassano complètement clos est particulièrement indiqué.

Il y a actuellement, sur le marché italien, une forte demande de ces alliages de fer, mais la production manque, sauf pour le ferro-manganèse dont la fabrication vient d'être entreprise par les Forges de Voltri dans leur usine de Darfo.

Dans la même usine on prépare aussi le ferro-silicium qui est également produit par la Maison Battistoni et Rotelli. A côté du ferro-silicium on peut mettre l'hélianite, produite dans deux fours monophasés des usines électrochimiques du Dr Rossi à Legnano et qui sert pour préparer des appareils difficilement attaquables par l'acide nitrique.

3. Toujours en matière d'électrométallurgie et de four électrique, il faut citer les tentatives qui se font actuellement pour la réduction des minerais de zinc calcinés; nous n'avons aucune donnée sur les résultats obtenus jusqu'ici en Italie. Ailleurs on produit du zinc par une méthode électrothermique, mais quant aux rendements, les résultats sont tout autres que brillants. Et l'on peut le comprendre facilement : le four électrique à arc est un appareil à moyens violents, bon seulement lorsqu'il faut une température élevée localisée; tandis que pour la réduction de l'oxyde de zinc, il suffit que la température dépasse de peu les 1000° et il est nécessaire qu'elle soit uniformément distribuée dans toutes les parties de la cornue. A une température plus élevée les cornues, outre qu'elles se détériorent rapidement, ne sont plus imperméables aux vapeurs de zinc, et des pertes notables se produisent.

La construction d'un four électrique à basse température serait de très grande importance soit pour la métallurgie des métaux d'une fusion facile, soit pour beaucoup d'industries chimiques. Les fours à résistance représentent une solution peu opportune du problème. Stassano a construit un nouveau four, basé sur un autre principe : le résultat des essais n'est pas encore public.

La fabrique Carbures et dérivés, de Foligno, commencera, sous peu, la préparation du phosphore et du phosphure de calcium demandé par la marine.

La maison Battistoni et Rotelli qui a des usines à S. Giovanni Lupatoto (Vérone), à Ardenno (Sondrio) et à Ponte S. Martin (Aoste), produit au four électrique du carbonate oxyde de baryum dont on prépare des hydrates de baryum de divers types. Le brevet Battistoni est exploité aussi en Espagne, au Canada et aux États-Unis.

La maison Battistoni réduit au four électrique les sulfates de baryum et de sodium pour la production des sulfures. La préparation du sulfure de sodium au four électrique présente plusieurs inconvénients : d'abord, une forte consommation des fours et des électrodes; ensuite, inconstance dans le titre et dans la production. Le sulfure a, en moyenne, un titre de 65-70 pour 100, mais quelquefois on en obtient 90-95 pour 100. Vu la forte demande de ce produit et les conditions favorables du marché, le sulfure de sodium est préparé actuellement à Foligno où sont employés à cet effet 800 chevaux, avec une production journalière de 4-5 tonnes.

Pour la réduction du sulfate de sodium, le four électrique à arc ne semble pas l'appareil le plus opportun, car cette réduction s'accomplit quelquefois au-dessous de 1000°.

La réduction du sulfate sodique et barytique se fait très bien au courant d'hydrogène et ainsi l'on pourrait utiliser l'hydrogène des fabriques de soude électrolytique, quand ce gaz ne sera plus réquisitionné par l'autorité militaire.

4. Passant aux industries électrochimiques proprement dites et commençant par l'électrolyse des sels liquides il n'y a, pour ce qui concerne l'Italie, qu'à rappeler la production de l'aluminium.

L'aluminium s'obtient par électrolyse de la cryolite liquide en ajoutant de l'alumine pure. L'établissement de Bussi, de la Société italienne pour la fabrication de l'aluminium et autres produits de l'électrométallurgie, produisait annuellement environ 1000 tonnes de métal; actuellement la production a certainement augmenté, vu la forte demande de métal. Pour la production de l'alumine pure la Société utilise la bauxite extraite des mines de Lecce nei Marsi et elle fabrique elle-même les électrodes.

Un autre métal que l'on pourrait préparer de la même façon que l'aluminium, sans se heurter à de grandes difficultés techniques, serait le magnésium qui manque sur le marché italien. Ce n'est pas un métal de grande consommation; toutefois, on pourrait en placer une certaine quantité, soit pour usages pyrotechniques, soit pour la production du *magnalium*, qui est un excellent matériel pour la construction d'appareils scientifiques.

Par électrolyse ignée de l'hydrate sodique on prépare à présent le sodium métallique. On a fait dernièrement des essais à Foligno, où l'on a préparé quelques centaines de kilogrammes de ce métal. On a essayé aussi de préparer du peroxyde demandé en grande quantité par l'autorité militaire. La préparation fut suspendue parce qu'un accord fut pris avec la Société d'Électrochimie, de Paris, fabriquant depuis longtemps le sodium et le peroxyde de sodium. Il paraît que l'on veut aussi tenter l'électrolyse du chlorure de zinc liquide pour obtenir le métal. Les difficultés d'une telle électrolyse sont certainement plus grandes que pour l'électrolyse des solutions aqueuses.

La purification du sel liquide des métaux plus électronégatifs que le zinc doit être parfaite, si l'on ne veut obtenir du zinc spongieux, et cela est certainement beaucoup plus difficile que la purification des solutions aqueuses.

5. Les installations d'électrolyse de solutions aqueuses de métaux pesants sont peu nombreuses.

La plus importante est certainement celle de la Société Métallurgique italienne pour l'affinage du cuivre. Mais elle n'est pas à comparer, même de très loin, avec les usines d'Amérique qui produisent jusqu'à 50 wagons par jour de cuivre électrolytique (Raritan Works, Perth-Amboy N. J. près New-York). On ne peut même pas espérer que

l'affinage électrolytique du cuivre puisse prendre en Italie un grand développement. Cette industrie est et restera une industrie américaine.

Le cuivre d'Amérique soumis à l'affinage, outre qu'il contient une plus grande quantité d'argent et d'or que le cuivre européen (ce qui couvre les frais d'affinage), contient moins d'arsenic, d'antimoine et de bismuth, de sorte que l'affinage peut être fait avec une intensité beaucoup plus forte qu'avec le cuivre d'Europe, l'opération étant plus rapide et moins coûteuse.

Le procédé de récupération de l'étain par électrolyse, dans les déchets de fer-blanc qui sont désagrégés par anode dans une solution de soude caustique, est appliqué dans une mesure très limitée (quelques dizaines de chevaux) à Pegli et à San Giovanni in Teduccio; cette industrie a trouvé en Italie des conditions fort peu favorables à son développement.

Les déchets de fer-blanc ne paient aucun droit d'exportation, tandis que pour entrer en Italie ils paient ou payaient un droit de 10 lire la tonne, étant classés comme débris de fer, bien qu'ils ne puissent être introduits dans les forges qu'après avoir subi une opération de désétamage assez compliquée. Ils devraient être assimilés avec beaucoup plus de raison aux minerais de fer ou d'étain et être admis en franchise.

En outre, les industriels employant le fer-blanc ont ou avaient le droit de l'introduire temporairement (drawback), aussi ont-ils intérêt à exporter les déchets pour jouir du remboursement du droit; même, si l'on considère les tarifs des chemins de fer, il paraît que l'on a créé de meilleures conditions pour l'émigration à l'étranger et que l'on a favorisé ainsi à Goldschmidt d'Essen la réalisation du but qu'il poursuivait, c'est-à-dire, de monopoliser la production du chlorure d'étain.

A l'usine Goldschmidt on récupère l'étain des débris avec le chlore électrolytique; on fait venir ces déchets non seulement d'Italie, mais encore de tous les autres pays en les payant au début au-dessus de leur valeur afin d'empêcher la concurrence.

Les conditions pour la récupération de l'étain avec le chlore sont connues et les fabriques italiennes de soude électrolytique auraient intérêt à étudier le procédé, car la consommation de chlorure d'étain est forte en Italie.

Il n'y a pas, ou du moins il n'y avait pas, dans le pays, il y a peu de temps encore, d'installations s'occupant de l'affinage électrolytique de l'or et de l'argent. Bien que ce ne soit pas une chose d'importance considérable, l'auteur ne voit pas la nécessité de payer à l'étranger une forte contribution pour avoir ces métaux à l'état pur. L'affinage n'est pas une opération difficile et pourrait parfaitement être pratiqué à la Monnaie italienne comme le font les autres États.

On a trouvé, il y a peu de temps, le moyen de faire déposer industriellement le fer métallique des solutions aqueuses. Dans les solutions de chlorure de fer et de chlorure de calcium, on sépare, à chaud, le fer métallique absolument pur et exempt naturellement de carbone.

On peut, par exemple, préparer des barres de fer électrolytique, puis les passer à la carburation au lieu de les préparer par réduction de l'acier. Mais ce qui offre un grand intérêt, c'est que ce fer électrolytique, étant complètement exempt de carbone, a des propriétés magnétiques très précieuses, en sorte que des plaques dudit métal, d'une préparation facile, devraient être spécialement employées pour la construction des transformateurs électriques.

Avec le fer électrolytique on produit des cylindres sans soudure, absolument comme on fait des tuyaux et des cylindres de cuivre.

En Italie, où le plomb ne manque pas et où ne manque pas non plus l'énergie électrique à bon compte, on devrait s'intéresser à l'affinage du plomb par le système Betts, c'est-à-dire par l'électrolyse des solutions de fluosilicate de plomb. On épargnerait ainsi des quantités notables de combustible.

Le plomb obtenu ainsi est pur et très riche en antimoine et en bismuth. Les boues contiennent toutes les impuretés; en séparer les éléments n'est pas une chose aisée, mais cela vaudrait certes la peine d'être tenté.

Cependant, l'industrie que l'on doit introduire dans le pays est celle de l'électrolyse des solutions de sulfate de zinc afin d'obtenir le métal. Les conditions expérimentales pour la récupération du zinc des solutions sulfuriques, en forme compacte et complètement pur, sont désormais bien connues et l'on peut faire la démonstration de la convenance économique de cette opération.

Les progrès de l'électrométallurgie (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 291-292). — Dans cet article notre confrère donne, d'après *Electrical World*, quelques renseignements sur le développement récent du four à acier principalement aux Etats-Unis. — C'est en 1909 que l'United States Steel Corporation acquit les droits d'exploitation du four Héroult; elle en éleva la puissance unitaire de 5 à 15 tonnes et poursuivit avec un succès croissant la diffusion au four électrique; la seule année 1915 représente une augmentation de 78 pour 100 dans son emploi, ce qui place les Etats-Unis au premier rang dans le développement du four électrique, place jusqu'alors occupée par l'Allemagne, le nombre des fours électriques à acier étant de 78 aux Etats-Unis, de 53 en Allemagne et de 46 en Angleterre à la fin de cette année 1915. Sur les fours des Etats-Unis, le système Héroult comprend 24 fours installés et 16 en commande; au Canada ce système est représenté par un four installé et deux en installation; la puissance de production de ces 43 fours est de près de 1 500 000 tonnes par an; leur capacité unitaire est d'environ 6 tonnes pour les fours installés et de 4,1 tonnes pour les fours en commande; il n'y a donc pas tendance à l'augmentation de la capacité unitaire et le record de la capacité unitaire reste aux deux fours à induction de 20 tonnes de l'American Iron and Steel Manufacturing Co, à Labanon (Pa.). — Les métallurgistes américains considèrent comme satisfaisante la tarification de l'énergie électrique à 0,05 fr le kilowatt-heure; la puissance employée est de 200 à 390 kw par tonne de capacité; le coefficient d'utilisation est excellent et le facteur de puissance peut atteindre 80 à 95 pour 100. — L'Allemagne reste encore au premier rang pour le nombre des fours électriques à fabrications spéciales telles que les ferro-manganèses : l'Allemagne en a 16, les Etats-Unis 2 seulement. — Des essais ont été faits, par des entreprises de distribution de l'énergie électrique, pour l'utilisation du four électrique comme moyen de réglage de la charge des usines génératrices; ainsi la Pennsylvania Water and Power Company a successivement installé, à Baltimore, un four à ferro-silicium de 7500 kw, puis un four de 13 000 kw.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

THÉORIE DE L'ÉLECTRICITÉ.

La réciprocité des phénomènes électriques et magnétiques.

Dans une magistrale communication présentée le 8 juin dernier à la Société internationale des Électriciens, M. Daniel Berthelot a abordé un certain nombre de problèmes fondamentaux de l'électricité et du magnétisme (1). La longueur de cette conférence ne nous permettant pas de la reproduire en entier nous avons cherché toutefois à en donner une analyse aussi complète que possible.

1. Analogie du champ électrique et du champ magnétique a l'état statique. — Cette analogie a été reconnue dès le XVIIIe siècle et a trouvé une expression quantitative saisissante dans le parallélisme des lois élémentaires énoncées par Coulomb pour les attractions et répulsions électriques d'une part, magnétiques d'autre part (2).

L'analogie n'est d'ailleurs pas liée à la considération de la notion, à certains égards un peu artificielle, des charges ou masses; elle reste aussi étroite si l'on envisage les notions directement accessibles à l'expérience du champ électrique et du champ magnétique. C'est ce qu'a établi Maxwell en montrant que la proposition de Faraday « l'intensité de la force en chaque point du champ est mesurée par la densité du faisceau des lignes de force » n'est vraie que dans un seul cas, celui où l'on a affaire à un système de forces centrales variant suivant les formules de Coulomb, c'est-à-dire en raison inverse du carré des distances.

2. Analogie des effets produits par la variation du champ électrique et par la variation du champ magnétique. — La ressemblance formulée par Coulomb, dans le *domaine statique* a été étendue par Maxwell au *domaine dynamique*.

Il a reconnu que, de même qu'un déplacement magnétique produit un champ électrique, un déplacement électrique produit un champ magnétique. Considérant une surface bornée par un contour, il a donné l'expression quantitative des phénomènes dans ses deux célèbres lois de *circulation*.

L'intégrale linéaire de la *force électrique* (ou plutôt champ électrique) le long du contour (*force électromotrice*) est égale à la variation par unité de temps du flux d'*induction magnétique* à travers la surface.

L'intégrale linéaire de la *force magnétique* (ou plutôt champ magnétique) le long du contour (*force magnétomotrice*) est égale à la variation par unité de temps du flux d'*induction électrique* à travers la surface.

Maxwell montra en outre que dans tout phénomène variable les trois vecteurs — mouvement matériel, champ électrique, champ magnétique — ou encore déplacement mécanique, déplacement électrique, déplacement magnétique — ou encore force mécanique (pondéromotrice), force électrique (électromotrice), force magnétique (magnétomotrice) — sont chacun à angle droit des deux autres à la manière des coordonnées cartésiennes.

La conséquence la plus frappante et la plus inattendue que Maxwell tira de là fut l'assimilation de la lumière à une perturbation électromagnétique transversale : d'après sa théorie les mouvements lumineux ont lieu dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation, comme l'avait reconnu Fresnel, et sont caractérisés par deux vecteurs à angle droit situés dans ce plan, l'un électrique et l'autre magnétique, le champ électrique et le champ magnétique s'engendrent de proche en proche et la vitesse de propagation dans le vide est caractérisée par l'équation

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}, \tag{3}$$

ε_0 et μ_0 étant les perméabilités diélectrique et magnétique du vide.

3. Différence essentielle entre l'électricité et le magnétisme. — Le flux de force magnétique Φ qui émane d'une surface fermée contenant des aimants est nul; il en est de même du flux de force électrique émanant d'une surface fermée ne contenant que des *diélectriques*, c'est-à-dire des corps dont chaque molécule renferme les deux électricités opposées en quantités égales; on a donc

$$\Phi = 0, \tag{4}$$

$$\varphi = 0, \tag{5}$$

de sorte que, si l'on ne connaissait que les diélectriques l'étude de l'électricité serait parallèle à celle du magnétisme.

(1) *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 3e série, t. VI, juin 1916, p. 251-295.

(2) Pour exprimer les lois élémentaires des actions électriques et magnétiques, M. Berthelot propose d'écrire

$$f = \frac{1}{\varepsilon}\frac{ee'}{r^2}, \tag{1}$$

$$f = \frac{1}{\mu}\frac{mm'}{r^2}, \tag{2}$$

les notations utilisées dans ces formules ayant l'avantage de désigner les grandeurs électriques par les lettres ε, e, e' qui rappellent la lettre initiale du mot *électrique*, et les grandeurs magnétiques par les lettres μ, m, m' qui rappellent la lettre initiale du mot *magnétique;* il propose en outre d'appeler *perméabilité diélectrique* la grandeur ε que l'on appelle indifféremment constante diélectrique, pouvoir inducteur spécifique, capacité inductive spécifique.

Mais à côté des *isolants* ou *diélectriques*, il existe une catégorie de corps bien différents, les corps *conducteurs* qu'on pourrait nommer *uniélectriques*. Ces corps permettent de séparer les deux électricités; on peut les charger soit d'électricité positive, soit d'électricité négative. Le flux φ qui sort d'une surface à l'intérieur de laquelle se trouve un conducteur chargé

(6) $$\varphi = 4\pi e$$

a une valeur positive ou négative différente de zéro.

Au contraire, il n'existe pas de corps conducteurs pour le magnétisme, tandis que les fluides électriques peuvent se séparer et aller occuper la surface des conducteurs, les fluides magnétiques ne peuvent pas quitter la molécule qui les contient; ils se séparent, mais restent infiniment voisins.

Maxwell a exprimé cette différence en disant que les *diélectriques* offrent au déplacement électrique une *résistance élastique*, comparable à celle d'un ressort qui se bande, tandis que les *conducteurs* offrent une *résistance visqueuse* analogue à un frottement.

La résistance élastique d'un diélectrique trouve sa mesure numérique dans la valeur de la *perméabilité diélectrique* ou constante diélectrique K qui varie d'un corps à l'autre; la résistance visqueuse d'un conducteur trouve la sienne dans la valeur de la *conductibilité électrique*.

4. L'énergie magnétique et l'énergie électrique. Facteurs d'intensité et de capacité. — Maxwell a montré que, lors d'une perturbation électromagnétique, il y a en chaque point de l'éther superposition de deux énergies égales entre elles, l'une cinétique et l'autre potentielle; l'énergie électrique par unité de volume est égale à $\frac{\varepsilon_0 E^2}{8\pi}$ et l'énergie magnétique par unité de volume à $\frac{\mu_0 H^2}{8\pi}$, E et H étant les champs (ou forces) électrique et magnétique. Si au lieu des unités électromagnétiques usuelles on adopte les unités rationnelles de Heaviside, ces expressions deviennent $\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ et $\frac{1}{2}\mu_0 H^2$, et rappellent mieux la forme des énergies mécaniques cinétiques telles que l'énergie de translation $\frac{1}{2}mv^2$ (m = masse, v = vitesse) ou l'énergie de rotation $\frac{1}{2}\mathfrak{I}\omega^2$ ($\mathfrak{I}$ = moment d'inertie, ω = vitesse angulaire), ou potentielles telles que $\frac{1}{2}Ax^2$ (A = coefficient élastique, x = élongation).

Il est souvent utile de mettre une forme donnée d'énergie sous la forme d'un produit de deux facteurs : un facteur d'intensité (force, couple, tension superficielle, pression, température, potentiel chimique, etc.) dont l'égalité entraîne l'équilibre de deux systèmes en présence; et un facteur de capacité longueur, angle, surface, volume, entropie, nombre de molécules chimiques, etc.); ainsi l'expression $\frac{1}{2}mv^2$ peut être remplacée par Fl (force × déplacement linéaire), l'expression $\frac{1}{2}\mathfrak{I}\omega^2$ par $C\alpha$ (couple × déplacement angulaire).

De même on peut chercher à remplacer les expressions $\frac{1}{2}\mu H^2$ et $\frac{1}{2}\varepsilon E^2$ par des expressions équivalentes, mettant en évidence les facteurs d'intensité et de capacité de l'énergie magnétique et de l'énergie électrique.

On sait que les facteurs d'intensité en magnétisme et en électricité sont le champ magnétique et le champ électrique. En magnétisme, le facteur de capacité pour l'unité de volume est l'intensité d'aimantation ou moment magnétique volumique $I = \frac{ml}{v}$, de sorte que l'énergie volumique du champ magnétique est IH. De même l'énergie volumique du champ électrique dans un diélectrique est JE, J désignant l'intensité de polarisation diélectrique ou moment diélectrique volumique. Dans le cas des conducteurs pour lesquels la distribution électrique est superficielle et le champ nul à l'intérieur, il n'y a pas lieu d'envisager une énergie par unité de volume. Les forces électriques ne tendent pas à faire tourner les conducteurs électrisés, mais simplement à les déplacer. La force qui détermine l'équilibre ou l'écoulement de l'électricité entre deux conducteurs en contact est la différence de potentiel. Le potentiel V est le facteur d'intensité de l'énergie électrique; la charge électrique est le facteur de capacité, et l'énergie d'un conducteur électrisé est Ve.

5. Les unités élémentaires de capacité de l'énergie magnétique et des énergies électriques. — Des considérations que M. Daniel Berthelot propose d'exposer plus tard conduisent ce savant à admettre que toutes les formes d'énergie obéissent à une même loi physico-chimique très générale qui régit *les rapports de l'énergie et de la matière* et qui est une conséquence de la structure discontinue de la matière, *la loi des capacités moléculaires équivalentes*, dont les lois de Gay-Lussac sur les équivalents en volume des gaz, de Faraday sur les équivalents électrochimiques, sont les exemples les plus anciennement connus. D'après cette loi il existe, *pour le facteur de capacité de toute forme d'énergie, une unité élémentaire (ou quantum) indépendante de la nature du corps étudié, et dont l'apparition correspond à la libération d'une unité chimique matérielle (atome ou molécule) de ce corps.*

Les valeurs numériques de ces unités élémentaires sont connues pour les corps magnétiques et pour les corps conducteurs.

Pour les corps magnétiques l'unité est le *magnéton*. D'après les remarquables recherches de M. P. Weiss le magnéton-gramme est égal à 1123,5 unités électromagnétiques C.G.S. En divisant cette valeur par le nombre $N = 62 \times 10^{22}$, dit *nombre d'Avogadro* (nombre de molécules vraies dans une molécule-gramme), on obtient pour le moment du magnéton vrai le nombre $18,1 \times 10^{-22}$ [1].

[1] L'unité élémentaire du facteur de capacité des diélectriques pourrait très certainement être connue par l'étude des cristaux piézoélectriques et pyroélectriques ainsi que celle des diélectriques solides ou liquides. M. D. Berthelot propose de l'appeler *diélectron* ou encore *tourmalon*, ce dernier mot rappelant la tourmaline, comme *magnéton* rappelle l'aimant (magnes) et *électron* l'ambre jaune (électron) de Thalès de Milet.

Quant à la valeur de l'unité élémentaire de charge électrique (charge de l'*électron*) elle est connue depuis longtemps, elle résulte de la loi électrochimique de Faraday. Cette valeur ayant été trouvée égale à 9650 unités électromagnétiques C. G. S. pour un équivalent gramme, il suffit de diviser ce chiffre par le nombre d'Avogadro $N = 62 \times 10^{22}$ pour obtenir la valeur élémentaire correspondant à l'électron $1,55 \times 10^{-20}$ unité électromagnétique C. G. S. Les recherches modernes ont retrouvé dans des phénomènes très variés (rayons cathodiques, phénomène de Zeeman, émissions radioactives, etc.) cette même *unité élémentaire d'électricité négative*, à laquelle on donnait il y a peu d'années le nom d'*électron négatif*, et que l'on désigne simplement aujourd'hui sous le nom d'*électron* [1].

6. Possibilités d'une réduction des phénomènes magnétiques aux phénomènes électriques et des phénomènes électriques aux phénomènes magnétiques. — La naissance du champ électrique par variation du champ magnétique, et la naissance du champ magnétique par variation du champ électrique, suggèrent immédiatement l'idée que l'on peut ramener à l'unité ces deux ordres de phénomènes, si distincts à première vue. Elles montrent également que l'on peut aussi bien expliquer le magnétisme par l'électricité que l'électricité par le magnétisme : le parallélisme des deux lois de circuitation fournissent le moyen de faire pour l'un ce que l'on fait pour l'autre.

Jusqu'ici la première voie, celle qui consiste à ramener le magnétisme à l'électricité, est la seule qui ait été suivie. « Je me propose, ajoute M. Berthelot, de montrer dans les pages suivantes que la seconde voie peut aussi bien être adoptée, qu'aucune expérience actuellement connue ne permet de décider quelle est la meilleure voie et que le principe de relativité nous montre qu'aucune expérience future ne le permettra jamais, attendu que ces deux chemins mènent nécessairement aux mêmes résultats expérimentalement constatables. »

Le point de départ de la première voie est la démonstration faite par Ampère qu'un courant électrique circulaire équivaut à un feuillet magnétique et qu'une série de courants circulaires parallèles (solénoïde), équivaut à un aimant. Plus récemment on a fait un pas de plus dans cette voie : au lieu de prendre, comme Ampère, le courant pour point de départ, on a regardé ce courant lui-même comme produit par le mouvement d'un flux de particules électrisées; le point de départ se trouve ainsi reporté à la charge électrique élémentaire de l'électron.

A ce propos M. D. Berthelot fait une remarque qui n'est pas sans importance car de nombreux électriciens et physiciens acceptent sans discussion l'assimilation d'un courant électrique ordinaire et d'un flux de particules électrisées. « Ce mode de raisonner, dit-il, est très acceptable; mais il réclame certaines précisions que l'on passe d'habitude sous silence; car il repose sur l'assimilation des courants électriques ordinaires (courants de conduction) aux courants produits par le déplacement des corps électrisés (courants de convection) : assimilation que l'on croit d'habitude justifiée par une interprétation trop sommaire d'une expérience de Rowland, mais qui doit être faite avec beaucoup de prudence, car un courant électrique ordinaire correspond non pas au mouvement d'un seul flux de particules électrisées les unes positivement, les autres négativement, et circulant en sens contraire. Et c'est là un système complexe qui n'est nullement imité comme on l'imagine souvent par le mouvement d'un disque chargé de Rowland. Il est indispensable de considérer, en face du disque mobile, son armature fixe chargée d'électricité de sens contraire.»

Quant à la voie, en quelque sorte inverse, permettant d'expliquer l'électricité par le magnétisme, en voici les grandes lignes :

« Mettons un pôle en mouvement rectiligne. Il équivaut à un courant magnétique de convection et développe dans l'espace des lignes de force électrique, qui sont des cercles perpendiculaires à la direction Ox du pôle et dont les centres se trouvent sur cette droite. Lançons un flux de pôles successifs : il représentera un courant magnétique continu.

» Supposons les pôles en mouvement circulaire; ils équivalent à un courant magnétique circulaire, c'est-à-dire à un feuillet électrique dont une face serait recouverte d'électricité positive et l'autre face d'électricité négative.

» Si nous regardons de l'extérieur le pôle positif du feuillet, il apparaît comme produit par un pôle nord qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Un pôle négatif, au contraire, est produit par un pôle nord tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre. Ces règles sont inverses de celles applicables au solénoïde. La cause de cette différence sera montrée plus loin. »

7. Les trois catégories de courants électriques : courant de conduction, courant de convection et courants de déplacement. — Avant de montrer par quels procédés expérimentaux on peut engendrer des courants magnétiques comparables aux courants électriques, M. Berthelot rappelle les caractères essentiels de ces derniers.

8. Courants électriques continus de convection. — Ces courants se trouvent réalisés dans les rayons cathodiques qui prennent naissance dans les ampoules à gaz raréfiés : ces rayons consistent en un flux de particules électrisées négativement et sont déviés par l'ai-

[1] L'existence d'électrons positifs n'a pas été constatée juqu'ici. C'est même une notion dépourvue de sens selon la manière de voir de M. Berthelot, dans laquelle l'électron n'a aucune existence substantielle et représente simplement le facteur élémentaire de capacité de l'énergie électrique. Il ne peut pas plus y avoir de capacités électriques négatives qu'il ne peut y avoir de volumes négatifs ou de surfaces négatives. A ce point de vue le mot d'*électricité négative* est particulièrement malheureux, puisque c'est la seule des deux électricités qui ait une existence véritable; mais on sait que c'est pas un hasard de nomenclature qu'on a appelé, au XVIIIe siècle, *positive* l'électricité vitreuse et *négative* l'électricité résineuse. Il est à regretter que ce ne soit par le choix inverse qui ait prévalu.

mant ou, si l'on préfère, tendent à dévier celui-ci en vertu du principe de l'action et de la réaction conformément à la règle d'Ampère.

Les effets magnétiques du courant de convection ont été vérifiés par Rowland. Pour les mettre en évidence il a substitué au mouvement de translation rectiligne indiqué ci-dessus le mouvement de rotation d'un disque électrisé tournant entre des armatures et constaté la déviation d'une aiguille aimantée placée dans le voisinage.

9. Courants magnétiques continus de convection. — Soit un pôle nord n en mouvement suivant une droite Ox; ce pôle équivaut à un courant magnétique de sens Ox; il développe dans l'espace un champ électrique, dont les lignes de force sont des cercles perpendiculaires à Ox et ayant leurs centres sur cette droite. Si, au lieu d'un seul pôle, on déplace selon Ox une série de pôles de même nom, cet ensemble produira dans l'espace les effets électriques d'un *courant magnétique continu*. En particulier, si l'on suspend au-dessus de Ox une petite aiguille électrique polarisée (par exemple une aiguille de tourmaline en voie de réchauffement ou de refroidissement), libre de se mouvoir autour de son centre de gravité, elle s'oriente suivant les lignes de force électrique. Si le pôle en mouvement est un pôle nord le sens du courant magnétique est le sens Ox; un observateur couché suivant Ox, les pieds tournés vers O, ayant sa tête en x, et regardant l'aiguille de tourmaline, verra le pôle positif de celle-ci dévié vers la droite, c'est-à-dire les lignes de force tourner dans le sens des aiguilles d'une montre; tel est pour les courants magnétiques la réciproque de la règle d'Ampère.

Dans des expériences non pas identiques à la précédente, mais du même ordre, M. Berthelot a souvent employé de longues et fines aiguilles de tourmaline qu'il commençait par chauffer, puis qu'il plaçait dans un petit étrier supporté par un fil de cocon ou par un fil métallique fin de platine sur lequel était collé un petit miroir; les phénomènes d'attraction ou de répulsion des pôles s'observaient très facilement. Au lieu d'une aiguille de tourmaline polarisée, qui représente l'analogue parfait d'un aimant, on peut d'ailleurs se contenter, à l'imitation d'un dispositif employé par Coulomb, de suspendre à un fil métallique mince ou à un fil de cocon une fine aiguille de gomme laque étirée à la flamme, et portant à ses extrémités deux petits disques de papier doré, dont l'un sera électrisé positivement et l'autre négativement; il suffirait même d'électriser un seul d'entre eux.

Mais nous disposons d'un moyen simple de manifester les lignes de force électrostatique créées par le déplacement des pôles; il suffit de placer, le long d'une de ces lignes de force, un fil conducteur sur le trajet duquel se trouve un galvanomètre : celui-ci indique aussitôt un courant, si l'on réussit à constituer un circuit fermé entièrement métallique, ce qui est précisément le cas ici.

Pour réaliser un appareil pratique, commençons par prendre un long barreau aimanté parallélépipédique; soit NS son axe, soit N le pôle nord; mettons ce barreau en mouvement suivant la direction de la flèche Nx (*fig.* 1), perpendiculairement à la face antérieure du parallélépipède et à l'axe NS. Ce mouvement fait naître un champ électrique; les lignes de force électrique aboutissent sur les deux faces latérales du barreau. Plaçons le long d'une de ces lignes de force un fil conducteur dont les extrémités viennent frotter sur le barreau aux points A et B;

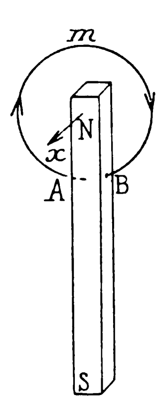


Fig. 1. — Barreau aimanté se déplaçant suivant Nx et produisant un champ magnétique.

il sera le siège d'un courant. D'ailleurs c'est pour simplifier le raisonnement que nous supposons le fil placé selon le trajet d'une ligne de force; car il est facile de voir, en considérant la représentation complète du champ avec ses lignes de force et les surfaces équipotentielles qui leur sont perpendiculaires, que la force électromotrice entre les points A et B étant l'intégrale linéaire de la force électrique est indépendante du trajet du fil entre les points A et B.

Si nous nous arrangeons de manière qu'au barreau NS succède immédiatement entre les points de contact un second barreau semblable, puis un troisième, le circuit conducteur A m B sera le siège d'un courant continu.

M. Berthelot a réalisé l'expérience en substituant, comme l'avait fait Rowland, un mouvement circulaire à un mouvement rectiligne.

L'appareil a la forme d'un cylindre creux; c'est une

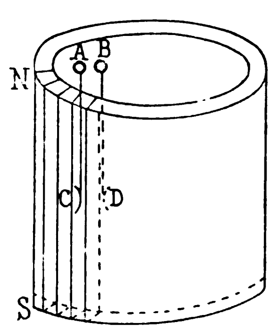


Fig. 2. — Manchon cylindrique formé d'aimants juxtaposés.

sorte de manchon ou tambour aimanté susceptible d'être mis en rotation autour de son axe au moyen d'un système d'engrenages. Il est formé d'un grand nombre de barreaux parallélépipèdiques verticaux, dont les pôles nord sont en haut et les pôles sud en bas. Sur la face extérieure se trouve un contact frottant C (*fig.* 2) qui aboutit à une

prise de courant A et fixé à une tige de laiton qui coulisse dans un tube d'ébonite, encastré dans le support en bois de l'appareil : ce dispositif permet d'élever ou d'abaisser le contact le long du manchon. Sur la face intérieure du manchon se trouve un contact frottant D semblable au précédent, et que l'on peut amener en regard du premier. Il aboutit à une prise de courant B.

Si l'on relie les prises de courant A et B aux deux bornes d'un galvanomètre, l'aiguille de celui-ci dévie dès que le tambour est mis en rotation. La déviation augmente proportionnellement à la vitesse de rotation; elle change de sens quand on fait tourner le tambour en sens inverse, ce qui exclut l'hypothèse de forces électromotrices parasites d'origine thermo-électrique.

Les forces électromotrices produites par la rotation du tambour aimanté sont de quelques millivolts. La force électromotrice augmente légèrement quand on abaisse les deux contacts frottants et atteint son maximum quand ils sont dans la région équatoriale de l'aimant. Les lignes d'induction dans cette région étant sensiblement parallèles entre elles et aux parois, si l'on appelle B l'induction, l la distance des frotteurs, v la vitesse linéaire de la périphéitie du tambour, la force électromotrice est $10^{-8}\,Blv$ volts.

On n'a même pas besoin, pour constater le courant, d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval à miroir. Les appareils à faible résistance extérieure et à aiguille indicatrice mobile qui sont employés avec les couples thermo-électriques destinés à la mesure des températures conviennent très bien.

L'expérience est incomparablement plus facile que l'expérience de Rowland, et l'on peut dire qu'il est plus aisé de manifester l'existence d'un courant magnétique de convection que celle d'un courant électrique de convection.

Au lieu d'un tambour composé d'un grand nombre d'aimants, on pourrait évidemment employer un cylindre creux MM' (*fig.* 3) en acier, fortement aimanté.

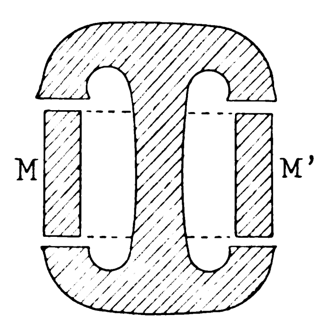


Fig. 3. — Manchon aimanté par un électro-aimant.

Enfin on obtiendrait les effets les plus intenses en aimantant celui-ci au moyen d'un électro-aimant en forme de double champignon. La figure 3 représente la coupe schématique de ce que pourrait être un tel appareil.

L'appareil précédent est réversible, c'est-à-dire que, si l'on amène par les frotteurs un courant continu suffisamment intense fourni par une source extérieure, le tambour se met à tourner en sens contraire du sens qu'il aurait fallu lui donner pour produire ce courant.

La figure 4 donne une coupe, faite par l'axe, du champ

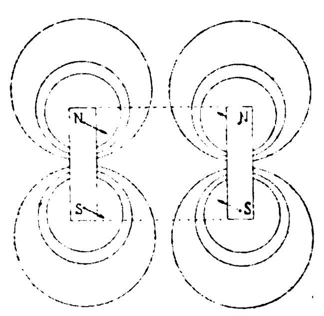


Fig. 4. — Champ électrique stationnaire produit par le courant magnétique engendré par le tambour aimanté.

électrostatique produit par les deux courants magnétiques continus dus à la rotation des pôles nord et des pôles sud du tambour aimanté. Ce champ électrique est stationnaire, il est comparable à ce point de vue au champ magnétique stationnaire engendré par un courant électrique continu.

Le tambour est censé tourner en sens contraire des aiguilles d'une montre. Les pôles N et S du barreau de gauche s'approchent du lecteur; et les pôles N et S du barreau de droite s'en éloignent.

Dans ces conditions les lignes de force vont de la face externe du tambour vers la face interne.

Si l'on voulait obtenir la figuration exacte de ce champ électrostatique, on commencerait par relever, par la méthode des fantômes magnétiques, le champ magnétique de l'aimant et l'on dessinerait en chaque point la ligne de force électrique perpendiculaire à la fois à la ligne de force magnétique, et à la direction du déplacement.

10. Courants électriques de conduction et de déplacement. — La différence des propriétés de ces deux espèces de courants électriques a été expliquée par Maxwell de la manière suivante : Si l'on crée un champ électrique, la force électromotrice ou différence de potentiel entre deux points d'un *conducteur* détermine un mouvement de l'électricité *continu*, c'est-à-dire un courant qui persiste aussi longtemps que cette force; le conducteur oppose au passage de l'électricité une *résistance visqueuse* analogue à un frottement; l'énergie fournie par la source électromotrice ne s'emmagasine pas dans le milieu, mais se *dégrade sous forme de chaleur* (chaleur de Joule) et n'est pas récupérée quand la force électromotrice cesse d'agir.

Au contraire une différence de potentiel, créée entre deux points d'un *diélectrique*, ne détermine qu'un mouvement de *l'électricité instantanée*, c'est-à-dire un *déplacement électrique*, qui aboutit seulement à la séparation des deux électricités dans chaque particule; le diélectrique se comporte à la manière d'un ressort qui oppose à une force extérieure une *résistance électrique* croissant avec l'écart et dont le mouvement s'arrête presque instantanément; une fois ce mouvement arrêté, le milieu est

à *l'état de tension* ou de *polarisation*. L'énergie fournie par la source électromotrice s'emmagasine dans le milieu; quand la force électromotrice cesse d'agir, l'état de tension cesse et, comme celle d'un ressort qui se débande, l'énergie emmagasinée est restituée par le courant de déplacement inverse du courant initial.

11. Peut-il exister des courants magnétiques de conduction? — De même qu'une force électromotrice donne lieu à un courant électrique de déplacement et à une tension dans les diélectriques, de même une force magnétomotrice produit un courant magnétique de déplacement (courant instantané), puis un état de tension dans les corps magnétiques.

Jusqu'ici on ne connaît pas de cas où une force magnétomotrice produise un courant magnétique continu, analogue au courant électrique proprement dit dans les conducteurs. Autrement dit tous les milieux étudiés, aussi bien le vide que les aimants, opposent au magnétisme une résistance élastique.

Faut-il conclure de là qu'il n'existe pas de corps conducteurs du magnétisme? Vaschy, dans une étude théorique, s'est posé la question. Pierre Curie, qui a tenté de la résoudre par l'expérience [1] et n'a obtenu que des résultats négatifs, n'ose se prononcer. M. Berthelot croit que la tourmaline, pour trois ordres de raisons (pouvoir isolant électrique, polarisation électrique et efficacité comme polariseur optique), pourrait très bien présenter une conductibilité magnétique appréciable.

12. Courants magnétiques de déplacement. — Ces courants sont analogues aux courants électriques de déplacement dans les diélectriques,

Au moment où l'on soumet un circuit magnétique à une force magnétomotrice, il y naît un courant magnétique momentané $\frac{d\Phi}{dt}$ qui cesse presque aussitôt, l'état permanent présentant simplement une tension du milieu.

La période d'établissement du courant sera caractérisée par l'équation

$$\Phi = \frac{\mathcal{M} - \rho \frac{d\Phi}{dt}}{r}, \tag{7}$$

Φ représentant le flux, $\mathcal{M}$ la force magnétomotrice, r la réluctance magnétique, et ρ un coefficient qui joue par rapport à la variation du flux magnétique, le rôle de la self-induction par rapport à la variation du courant électrique, ou, si l'on préfère, qui joue par rapport au courant magnétique $\frac{d\Phi}{dt}$ le rôle de la résistance électrique par rapport au courant électrique.

L'inverse $\frac{1}{\rho}$ est donc l'analogue de la conductibilité électrique; c'est une grandeur qui n'a de signification physique que vis-à-vis des courants de déplacement magnétiques.

Ces courants n'existent que pendant la période variable régie par l'équation ci-dessus.

[1] *Journal de Physique*, 3e série, t. III, 1894, p. 415.

Il est avantageux pour observer ces courants d'avoir un flux aussi fort que possible. Pratiquement il convient donc de les produire dans des tôles de fer telles que celles employées dans la construction des transformateurs et des dynamos.

Mais on remarquera que, pour observer les effets de ces courants instantanés dans un circuit magnétique, on est dans des conditions moins favorables que celles offertes par les courants électriques dans les conducteurs. Un courant électrique dans un fil ne présente pas (exception faite pour les très hautes tensions), de fuites électriques. La conductibilité du cuivre, par exemple, peut être regardée comme presque infinie par rapport à celle de l'air.

Au contraire, la perméabilité du fer est, seulement pour les faibles champs, de l'ordre de 1000 fois celle de l'air. Les fuites magnétiques sont donc très notables et l'on doit chercher à raccourcir autant que possible le circuit magnétique. Ces conditions sont analogues à celles qu'on aurait s'il fallait étudier les courants électriques au moyen de conducteurs plongés dans l'eau salée. Les conditions sont même bien plus défavorables dans le cas du magnétisme, car la conductibillité du cuivre vers 10° est égale à environ 5 millions de fois celle d'une solution saturée de sulfate de cuivre ou de zinc, tandis que la perméabilité magnétique du fer n'est guère que 1000 fois celle de l'air.

13. Attractions et répulsions des courants magnétiques parallèles. — Les courants magnétiques de déplacement font naître dans l'espace environnant des champs électriques momentanés; les lignes de force électrique sont des cercles se formant dans l'air, et perpendiculaires en chaque point au circuit magnétique qui les traverse par leur centre.

Deux courants magnétiques instantanés, parallèles et de même sens, s'attirent suivant une formule analogue à la formule électrodynamique d'Ampère; deux courants de sens contraire se repoussent. La disposition des lignes de force électrique dans l'espace est pareille à la disposition des lignes de force magnétique pour deux courants électriques parallèles.

14. Solénoïdes et magnétoïdes. — De même enfin qu'Ampère, au moyen de courants électriques circulaires, a réalisé des *solénoïdes* qui rappellent les aimants, de même on peut avec des courants magnétiques circulaires réaliser des systèmes, que M. Berthelot appelle des *magnétoïdes*, qui rappellent les cristaux électriques à deux pôles, tels que les tourmalines.

M. Berthelot a réalisé plusieurs appareils dans cet ordre d'idées.

Le premier est un tore de fer doux autour duquel s'enroule un fil parcouru par un courant électrique (en d'autres termes, un solénoïde annulaire à noyau de fer). Quand le courant est lancé dans le fil, il se produit un courant magnétique $\frac{d\Phi}{dt}$ qui augmente, passe par un maximum, décroît et s'annule lorsque le flux magnétique a atteint une valeur constante.

Plaçons (*fig.* 5) autour du premier tore un second tore construit de même, mais dont le fil a les extrémités

reliées aux bornes d'un galvanomètre alternatif sensible, ou à celles d'un téléphone. Au moment où le courant magnétique commence dans le premier tore, il excite par induction dans le second tore un courant magnétique de

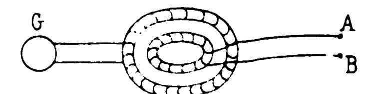


Fig. 5. — Dispositif permettant de déceler un courant magétique induit.

sens inverse; au moment où il finit, il excite un courant de même sens. Ces courants magnétiques engendrent à leur tour des courants électriques que décèlent ce galvalnomètre alternatif G ou le téléphone.

On pourrait attribuer ces courants électriques à des fuites magnétiques du solénoïde inducteur. Pour s'assurer qu'ils sont dus, en partie au moins, au courant magnétique induit, on place au milieu du tore inducteur un gros bloc cylindrique de cérésine (paraffine) ou de verre; la perméabilité diélectrique de ces corps étant supérieure à celle de l'air, ils jouent le même rôle que le noyau de fer qu'on place dans la bobine inductrice dans les expériences classiques d'induction. Ils renforcent le flux de force électrique qui prend naissance dans le tore, comme le noyau de fer renforce le flux de force magnétique qui prend naissance dans la bobine; mais le renforcement relatif est bien plus faible, la perméabilité de la cérésine étant seulement double de celle de l'air, et la perméabilité du verre sextuple environ.

Le tore précédent représente l'analogue d'une des spires du solénoïde d'Ampère. Pour réaliser l'analogue d'un solénoïde complet, M. Berthelot a construit des appareils variés composés de faisceaux de fils de fer recourbés en hélice. La figure 6 représente un de ces appareils; il y a deux hélices en vue d'une expérience dont il sera question plus loin; c'est, suivant la terminologie de l'auteur, un double *magnétoïde.*

Mais un tel magnétoïde présente des fuites magnétiques importantes. La meilleure façon de construire un magnétoïde consiste à prendre les rondelles de tôles plates et isolées au papier, que l'industrie fournit d'excellente qualité pour la construction électrique, à les ligaturer avec du ruban de fil, à en empiler un nombre suffisant, et à enrouler, autour de cette sorte de manchon, un nombre de tours de fil conducteur isolé suffisant pour obtenir la force magnétomotrice désirée. Cet appareil constitue en somme un transformateur annulaire. Le nombre des spires et les diamètres des fils se calculent d'après les règles bien connues établies par une longue pratique dans l'industrie des transformateurs.

L'un des appareils de ce genre construits par M. Berthelot est un petit appareil de laboratoire d'environ 1,5 kilowatt de puissance, qui comporte cinq circuits différents de fils de diverses grosseurs enroulés uniformément sur tout le toroïde, et calculés pour donner aux bornes des forces électromotrices respectivement de 100, 50, 25, 15 et 10 volts.

On peut enfiler le magnéton dans le tore décrit précédemment, alimenter l'un des circuits par un courant alternatif, et relier l'autre à un galvanomètre alternatif ou à un téléphone.

Dans ces conditions on entend du bruit dans le téléphone et le galvanomètre dévie. Comme précédemment,

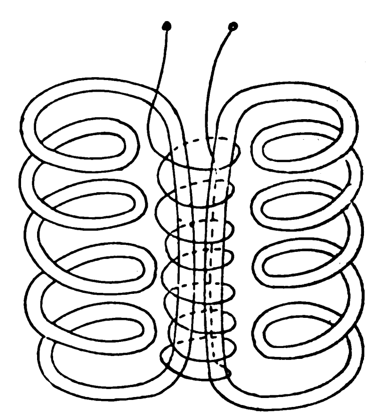


Fig. 6. — Double magnétoïde.

il faut s'assurer que la déviation galvanométrique augmente quand on place dans l'axe du magnétoïde une longue tige de verre VV'.

Cet ensemble rappelle certains transformateurs, à circuit magnétique ouvert tels que l'appareil Rochefort, dans lesquels, l'une des bobines ayant une forme allongée, l'autre a la forme d'une galette plate enfilée sur la première.

Le rôle de la baguette de verre VV' est analogue à celui du noyau de fer des bobines d'induction.

C'est dire que, selon le point de vue auquel on se place, cette baguette peut servir soit à renforcer le champ électrique et à concentrer partiellement les lignes de force électrique en une région de l'espace (à la manière des pièces polaires d'un électro-aimant), soit à affaiblir les courants magnétiques alternatifs de déplacement dans les rondelles de tôle (de même qu'un noyau de fer placé dans une bobine de réaction ou bobine de self affaiblit l'intensité des courants électriques).

Dans le premier ordre d'idées, on peut, au centre du magnétoïde, placer un cylindre de verre dont l'extrémité est allongée en ellipsoïde, pour concentrer les lignes de force. Ce système est analogue à un électro-aimant.

Le magnétoïde étant placé horizontalement, on met en regard de la baguette de verre une aiguille électrique polarisée telle qu'une fine aiguille de gomme laque suspendue à un fil de cocon CC' (on pourrait le remplacer par un fil fin de quartz) et portant deux disques de papier doré que l'on électrise fortement d'électricités contraires. Pour éviter les courants d'air on plaçait le tout dans une de ces grandes cages vitrées que l'on trouve dans les cabinets de physique où elles servirent à l'expérience de la balance de Coulomb.

Dans ces conditions, quand on a pu arriver à un état de repos de l'aiguille et à l'absence de tout courant d'air, on observe optiquement, au moment où le courant électrique est lancé ou arrêté dans le magnétoïde, une légère



déviation, indice du champ électrique instantané qui prend naissance.

On est donc arrivé finalement à réaliser l'expérience de la déviation de l'aiguille électrique polarisée qui avait servi de point de départ théorique pour l'étude des courants magnétiques.

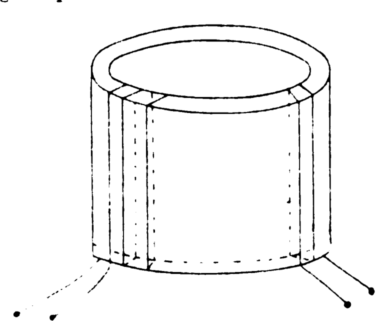


Fig. 7. — Emploi d'un magnétoïde pour montrer un courant magnétique induit.

Il a fallu toutefois substituer le courant de déplacement au courant de convection et avoir recours à un dispositif amplificateur; analogue à celui que l'on emploierait si, pour répéter l'expérience d'Œrstedt sur la déviation de l'aiguille aimantée, on avait recours à l'électro-aimant.

Si le magnétoïde est alimenté par un courant électrique alternatif, il engendre dans l'espace un champ électrostatique alternatif.

Avec un courant alternatif industriel de 50 périodes par seconde, ce champ est très faible; mais comme il est fonction de l'intensité du courant magnétique, c'est-à-dire de la rapidité de variation du flux $\frac{d\Phi}{dt}$, il est clair qu'il convient d'avoir recours aux courants de haute fréquence.

Les effets électrostatiques de ces champs vibratoires se manifestent alors dans l'air, par une série de phénomènes étudiés par Tesla, d'Arsonval et Hertz (illuminations de gaz dans des tubes à vide, allumage unipolaire de lampes à incandescence, étincelles dans la coupure d'un anneau brisé, etc.). Les dispositifs indiqués précédemment permettent de renforcer encore certaines parties du champ en utilisant la perméabilité du fer. Ils s'accommodent des méthodes en usage pour étudier la perméabilité du fer aux hautes fréquences, avec les batteries de condensateurs et les éclateurs de la télégraphie sans fil.

15. Déviation d'un magnétoïde dans un champ électrique intense. — Au lieu de manifester le déplacement d'une aiguille électrique polarisée par rapport aux rondelles de tôles où circule le courant magnétique, on pourrait constituer un magnétoïde léger, analogue à l'équipage du galvanomètre Deprez-d'Arsonval, et le suspendre verticalement au moyen des fils d'amenée du courant électrique entre les deux pôles d'une machine électrostatique puissante.

16. Appareil différentiel pour la mesure des constantes diélectriques. — Dans le second ordre d'idées indiqué plus haut au paragraphe 13 pour rendre visibles les faibles effets des courants magnétiques produits au moyen de courants électriques alternatifs ordinaires, on peut avoir recours à un dispositif différentiel.

Le double magnétoïde représenté en figure 6 indique la position schématique à employer. La figure 8 montre

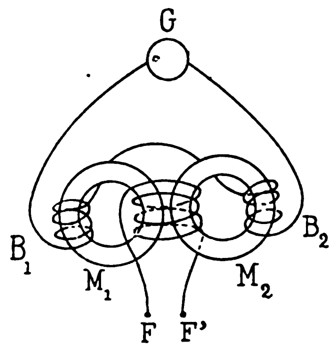


Fig. 8. — Emploi d'un double magnétoïde pour la mesure des constantes diélectriques.

un appareil plus pratique. Deux piles identiques de rondelles de tôle étant placées en M_1 et M_2, on enroule à cheval sur les parties intérieures en regard un certain nombre de tours d'un fil isolé de gros diamètre FF′ où l'on fait passer un courant électrique interrompu ou alternatif. Les deux piles de rondelles sont ainsi soumises a une même force magnétomotrice. En B_1 et B_2 sont placées deux bobines exploratrices identiques comportant plusieurs centaines de tours de fil fin. C'est pour simplifier la figure que j'ai représenté ces bobines en B_1 et B_2; mais dans la réalité l'enroulement de ces bobines doit être fait aussi uniformément que possible, sur toute la surface du tore, avant celui de la bobine magnétomotrice FF′. Les bobines B_1 et B_2 sont parcourues à chaque instant par des courants égaux. Par suite, si l'on met les deux circuits en opposition sur un galvanomètre balistique sensible G, en employant un courant continu, muni d'un interrupteur, il ne doit pas y avoir de déviation. On arrive en effet, en modifiant au besoin le nombre de tours de spires de l'une ou l'autre des bobines B_1 et B_2, à n'avoir que des déviations insensibles du galvanomètre, tandis qu'une spire de plus ou de moins donne des déviations opposées notables. Un galvanomètre sensible à courants alternatifs tel qu'un appareil Duddell, placé en G, reste alors au repos. Si à ce moment on introduit dans l'un des magnétoïdes M_1 un cylindre diélectrique (paraffine, verre, ébonite, eau, etc.), l'effet est analogue à celui d'un noyau de fer introduit dans une bobine de self parcourue par un courant électrique alternatif; le courant magnétique en M_1 est affaibli, l'équilibre est rompu, le galvanomètre dévie. La déviation est d'autant plus forte que la perméabilité diélectrique du corps est plus élevée. Un tel appareil donne le principe d'une méthode rapide de mesure des constantes diélectriques des corps.

L'analogie du solénoïde et du magnétoïde suggère encore les conséquences suivantes :

Prenons un fil électrique circulaire ABC (parcouru par

un courant, ou un flux de particules électrisées se mouvant suivant ce cercle), ce système représente une spire du solénoïde d'Ampère et équivaut à un feuillet magnétique NS.

Au cercle substituons un tore A' B' C' autour du-

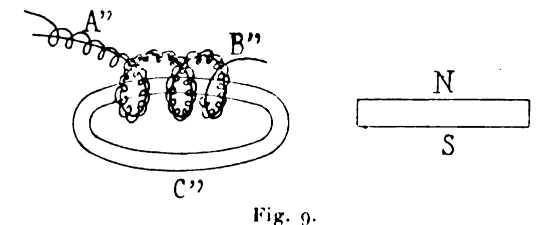


Fig. 9.

quel s'enroulera le fil (on peut supposer, si l'on préfère que des particules électrisées circulent le long de ce fil). Cet ensemble représente une spire d'un magnétoïde, et équivaut à un feuillet électrique instantané avec un pôle — en haut et un pôle + en bas.

Faisons un pas de plus, et prenons le fil A' B' C' comme axe autour duquel nous enroulerons un fil A'' B'' C''

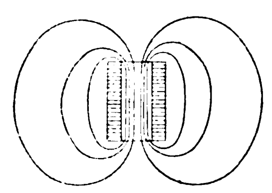


Fig. 10. — Champ électrique instantané produit par le courant magnétique de déplacement du magnétoïde de la figure 7.

(*fig.* 9) : le système équivaut de nouveau à un feuillet magnétique instantané NS.

L'électricité en mouvement giratoire engendre un feuillet magnétique; en mouvement doublement giratoire un feuillet électrique; en mouvement triplement giratoire, un feuillet magnétique, etc.

Des mouvements compliqués de ce genre se produisent dans les tubes à rayons cathodiques. Une expérience connue montre qu'un fil flexible parcouru par un courant tend à s'enrouler autour d'un aimant. De même les particules cathodiques en mouvement s'enroulent en hélice autour des lignes de force du champ magnétique. Si ces lignes de force, au lieu d'être droites, sont circulaires, ou hélicoïdales on obtiendra des systèmes se rapprochant de ceux figurés plus haut et qui donneront l'illusion de déviations dues tantôt à des particules électriques, tantôt à des particules magnétiques en mouvement.

17. Champ électrique instantané produit autour d'un magnétoïde. — Il est intéressant d'examiner de plus près la disposition des lignes de force du champ électrique instantané d'un magnétoïde.

La figure 10 représente une coupe de ce champ selon l'axe de l'appareil. Les lignes de force *électrique* de ce champ s'appellent les lignes de force *magnétique* d'un solénoïde. Elles se ferment sur elles-mêmes à travers l'espace sans aboutir à aucune surface chargée d'électricité positive ou négative. Elles entrent par une des extrémités du manchon et sortent par l'autre. Une extrémité joue donc le rôle de pôle positif et l'autre de pôle négatif.

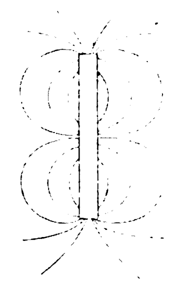


Fig. 11. — Champ électrostatique stationnaire engendré par la rotation d'un cylindre aimanté autour de son axe.

La comparaison du champ électrique instantané ainsi réalisé par un courant magnétique de déplacement avec le champ électrique stationnaire réalisé par un courant magnétique de convection figuré plus haut (*fig.* 4) est instructive. Tandis que les lignes de force de la figure 4 aboutissaient sur les faces en regard du manchon aimanté ici elles entourent le système de rondelles aimantées sans les toucher. Par suite, si l'on place un fil conducteur selon le trajet d'une des lignes de force, il sera parcouru par un courant électrique. Il n'est pas besoin ici de contact tournant, comme dans la figure 4, mais en revanche on n'obtient pas de courant électrique continu, mais seulement un courant électrique instantané ou alternatif.

En somme les appareils représentés aux figures 2 et 7 et fournissant respectivement les champs tracés aux figures 4 et 10 représentent les deux cas théoriques d'induction : l'induction unipolaire (*fig.* 2 et 7) qui fournit des courants électriques continus, l'induction ordinaire (*fig.* 4 et 10) qui fournit les courants électriques alternatifs.

18. Examen du cas de l'induction unipolaire. — La figuration du champ électrique par les lignes de force employée systématiquement ci-dessus peut être appliquée avec avantage à un des cas les plus simples, mais les plus discutés d'induction unipolaire.

Considérons un barreau aimanté tournant autour de son axe; on sait qu'on recueille un courant au moyen de deux contacts placés l'un sur l'axe, l'autre en un point de l'équateur. Doit-on admettre que le champ magnétique reste fixe dans l'espace ou au contraire que l'aimant entraîne les lignes de force dans son mouvement? Faraday adoptait la seconde hypothèse. Divers physiciens ont préconisé la première et ont cherché à montrer qu'elle permettait également de rendre compte des faits observés.

« Je ferai remarquer, écrit M. Daniel Berthelot, qu'il existe au moins, entre un aimant cylindrique en repos et ce même aimant en rotation, une différence importante qui est la suivante : *autour d'un barreau immobile n'existe aucun champ électrostatique; tandis qu'autour d'un barreau en rotation existe un champ électrostatique* sont les lignes de force ont la disposition générale indiquée par

la figure 11; c'est là une distinction des plus claires entre les deux cas.

» La différence de potentiel et la force électromotrice du courant d'induction unipolaire sont évidemment les plus grandes possibles si l'un des contacts tournants est placé selon l'axe et l'autre sur l'équateur de l'aimant.

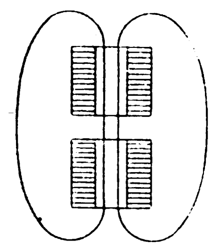


Fig. 12. — Lignes de force électriques produites par des magnétoïdes et se fermant sur elles-mêmes.

» La figuration systématique des deux champs de force électrique et magnétique, selon la méthode indiquée dans la présente étude, permet d'énoncer les propositions suivantes : *Un courant magnétique continu donne naissance à un courant électrique continu* (*fig.* 2 et 7); *un courant magnétique alternatif donne naissance à un courant électrique alternatif* (*fig.* 4 et 10).

» La différence entre les deux cas, c'est que le courant magnétique continu ne peut avoir lieu que par convection; s'il donne naissance à un courant électrique, on a affaire à l'induction unipolaire.

» Le courant magnétique alternatif a lieu par déplacement; mais, par suite de la grande perméabilité du fer, il offre au point de vue de ses effets quantitatifs un intérêt plus grand que le courant électrique de déplacement dans un diélectrique; quant au courant alternatif électrique qu'il engendre, celui-ci peut se produire non seulement dans un diélectrique, mais encore dans un conducteur, ce qui est le cas intéressant pratiquement.

» Les deux cas de circuitation de Maxwell entraînent la conséquence que les propositions précédentes comportent les propositions réciproques : *Un courant électrique continu donne naissance à un courant magnétique continu; un courant électrique alternatif donne naissance à un courant magnétique alternatif.*

» Le premier cas (réciproque de l'induction unipolaire) se trouve réalisé quand un courant électrique continu produit la rotation d'un aimant (expériences variées d'Ampère et de Faraday). Cette rotation représente un courant magnétique de convection, le seul courant magnétique continu qui soit possible.

» L'exemple classique du second cas est offert par les transformateurs, dont le magnétoïde (transformateur annulaire) offre le type le plus symétrique et le plus parfait théoriquement, sinon le plus facile à construire. Un courant électrique alternatif lancé, dans les spires du primaire, détermine dans le circuit magnétique un courant magnétique à angle droit; ce dernier détermine à son tour dans le secondaire un courant magnétique à angle droit, c'est-à-dire parallèle au primaire.

» Il s'agit là de questions dont le mode d'exposition est en quelque sorte devenu classique. Ce mode d'exposition est basé uniquement sur la considération des lignes de force magnétique et néglige complètement les lignes de force électrique. Je crois que le point de vue adopté ici, qui introduit les lignes de force électrique, présente les choses sous un aspect nouveau et beaucoup plus symétrique, notamment en ce qui concerne l'induction unipolaire, et offre par là même un intérêt didactique réel. C'est un résultat qui n'est pas à dédaigner dans un sujet aussi rebattu. »

19. Comme quoi nous sommes arrivés a la notion de centre de convergence ou de divergence de lignes de force électrique dans l'espace, c'est-a-dire de charges électriques sans support matériel. — D'après ce qui précède un magnétoïde suffisamment long équivaut, pendant l'établissement du courant magnétique de déplacement, à deux charges électriques ponctuelles situées à ses extrémités. Si l'on place deux magnétoïdes en regard l'un de l'autre, les pôles s'attireront ou se repousseront. La disposition des lignes de force de la figure 12 montre alors que deux corps peuvent s'attirer sans que ces lignes aboutissent à des surfaces chargées d'électricités contraires; comme deux fils parcourus par des courants s'attirent sans que les lignes de force magnétique touchent nulle part leur matière.

« C'est, dit M. Berthelot, un point qu'il n'est pas sans intérêt de relever, divers ouvrages classiques croyant pouvoir établir, entre les attractions qui ont lieu dans les champs électrique ou magnétique et la disposition des lignes de force, des différences plus apparentes que réelles.

» De même qu'Ampère, en faisant naître dans un fil un courant électrique circulaire (solénoïde) faisait apparaître un champ magnétique et créait en quelque sorte un pôle magnétique, de même ici, au moyen du courant magnétique circulaire (tambour aimanté et magnétoïde), on fait naître un champ électrique et l'on crée en quelque sorte la charge électrique. Un pôle magnétique a un support matériel dans un aimant; il n'en a aucun dans un solénoïde et n'est plus qu'un point dans l'espace. Une charge électrique a un support matériel dans le cas d'un corps électrisé; elle n'en a plus dans le tambour aimanté ou le magnétoïde et n'est plus qu'un point dans l'espace, le centre de convergence ou de divergence des lignes de force électrique.

» Dans ce qui précède nous arrivons bien à reconstituer, au moyen du courant magnétique, un système électrique polarisé, ou, si l'on préfère, un tube de Faraday, avec ses deux surfaces terminales chargées l'une d'électricité positive, l'autre d'électricité négative. Nous n'arrivons pas à reconstituer la particule électrique isolée chargée d'une électricité d'un seul signe, l'électron.

» Convient-il de voir là une insuffisance de la théorie? Loin de là.

» Le principe de conservation de l'électricité qui n'est pas moins absolu que le principe de conservation du magnétisme, indique qu'on ne peut jamais faire apparaître une certaine quantité d'électricité, sans faire apparaître une quantité égale d'électricité de signe contraire. La réalité physique n'est pas l'électron, c'est le tube de Faraday; de même que ce n'est pas le pôle aimanté, mais l'aimant complet. C'est pour avoir oublié cette vérité

et avoir pris comme point de départ la notion antiphysique de la charge électrique d'un seul signe, pour avoir considéré isolément l'un des bouts du tube de Faraday, en oubliant l'autre bout, que la théorie des électrons (nous le montrerons plus loin) a abouti à quelques-uns de ses résultats les plus contestables, tels que la confusion entre l'inertie matérielle et l'inertie électromagnétique. »

Calcul des phénomènes amortis; P. NOEL (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 285-289). — L'équation différentielle du second ordre à coefficients constants a de nombreuses applications en électricité : détermination de la variation du potentiel ou de l'intensité de courant dans un circuit, mouvement d'un équipage galvanométrique, etc. Si l'on connaît les valeurs des coefficients et les conditions initiales du phénomène celui-ci se trouve déterminé complètement par l'équation. Mais il est parfois utile de traiter le problème inverse, c'est-à-dire de déterminer les coefficients de l'équation différentielle (ou plutôt le rapport de deux d'entre eux au troisième), et le problème ainsi posé n'est malheureusement pas soluble dans toute sa généralité. Dans le cas où, l'équation caractéristique de l'équation différentielle ayant des racines imaginaires, le phénomène considéré est oscillatoire et amorti, on y parvient en déterminant la pseudo-période et son décrément logarithmique. Toutefois comme le faisait remarquer Curie dès 1891 (*Lum. élect.*, t. XLI, p. 201, 270, 307, 356), cette méthode, excellente quand l'amortissement est faible, donne des résultats peu précis quand celui-ci est considérable. Aussi l'auteur a-t-il cherché un autre méthode de calcul permettant de résoudre le problème aussi bien lorsqu'il s'agit de phénomènes oscillatoires que dans le cas des phénomènes apériodiques et critiques; c'est cette méthode qui est exposée dans l'article qui nous occupe.

Sur l'existence d'un nouveau groupe de lignes (série M) dans les spectres de haute fréquence; MANNE SIEGBAHN (*C. R. Acad. des Sc.*, 22 mai 1916, p. 787-788). — Les recherches de Barkla et d'autres auteurs ont montré que les spectres de haute fréquence des éléments chimiques se composent de deux groupes de rayons (séries K et L) qui diffèrent considérablement dans leur pouvoir de pénétration. Plusieurs auteurs ont supposé qu'il pouvait exister d'autres séries (J, M, etc.); mais jusqu'à présent aucune confirmation expérimentale n'était venue appuyer ces présomptions. Les nouvelles recherches, poursuivies à l'aide des réseaux cristallins par Bragg, Moseley, de Broglie, Malmer, Friman et l'auteur, ont montré que les séries K et L se composent chacune de plusieurs lignes; dans la série K, on a mesuré quatre composantes et, dans la série L, au moins deux. Dans des recherches systématiques sur le spectre de l'uranium, poursuivies en vue de mettre en évidence des longueurs d'onde plus grandes que celles qui caractérisent la série L, M. Manne Siegbahn a trouvé un nouveau groupe de lignes qui correspond à la série hypothétique M. En effet, la nouvelle série se place, par rapport à la série L, comme celle-ci par rapport à la série K. Le dispositif expérimental comportait un spectrographe, dans le vide, à cause de l'absorption très grande par l'air des rayons considérés; le cristal employé était une lame de gypse.

Observations sur des perturbations électromagnétiques terrestres; Albert NODON (*C. R. Acad. des Sc.*, 3 juillet 1916, p. 14-16). — Un centre d'activité solaire étendu passa sur le bord ouest de l'astre, du 31 mai au 2 juin 1916. Le passage concorda avec de fortes perturbations électromagnétiques qui furent observées à Bordeaux avec un magnétomètre, une boussole-magnétomètre et un électromètre. L'auteur relate les résultats de ces observations. — Il signale quelques autres faits et conclut ainsi : « le passage du foyer d'activité très étendu sur le bord ouest du soleil a provoqué au début des troubles magnétiques et telluriques qui furent suivis d'un violent cyclone dans l'Europe centrale, dont les effets se manifestèrent depuis la Finlande jusqu'à l'Algérie. Ces troubles atmosphériques donnèrent lieu aux troubles électromagnétiques relatés, tandis qu'aucun trouble sensible ne fut observé dans les régions polaires boréales. »

Sur l'origine possible du magnétisme terrestre; Émile BELOT (*C. R. Acad. des Sc.*, 3 avril 1916, p. 516-519). — D'après la théorie du potentiel magnétique de Gauss, la presque totalité du magnétisme terrestre provient de masses ferrugineuses contenues dans l'écorce terrestre. Mais il reste à expliquer comment ces masses ont reçu leur magnétisme; c'est ce que tente de faire M. Belot en s'appuyant sur l'idée, déjà émise par lui dans son *Essai de Cosmogénie tourbillonnaire*, que notre système solaire a été engendré par le choc d'une nébuleuse-tourbillon T et d'une nébuleuse amorphe N. — Voici l'explication : « A l'origine le choc du tourbillon solaire T sur la nébuleuse N a nécessairement produit de l'électricité : les électrons dispersés sous l'influence des radiations ultraviolettes se sont répandus dans la nébuleuse N, tandis que les ions positifs sont restés sur le tourbillon T; celui-ci tournant dans le sens direct est alors équivalent à un solénoïde dont le pôle nord serait au-dessus de l'écliptique dans la direction de l'apex. La faible masse terrestre sera rapidement condensée et couverte d'une croûte magnétisable, tandis que l'énorme masse solaire mettra un temps considérable à se condenser et à perdre d'abord sa forme tourbillonnaire. Le solénoïde solaire dans cette première phase induira un pôle nord magnétique près du pôle sud géographique de la Terre : c'est bien le sens du magnétisme révélé par l'aiguille aimantée. » — L'auteur complète cette explication en montrant pourquoi les pôles magnétiques sont distants d'environ 20° des pôles géographiques. Il montre encore que, par suite de la condensation solaire; le champ magnétique dû au soleil en un point de la terre a dû être à l'origine environ 3600 fois plus grand qu'il n'est aujourd'hui.

Influence de la pression de radiation sur la rotation des corps célestes; Tcheslas BIALOBJESKI (*C. R. Acad. des Sc.*, 22 mai 1916, p. 782-784). — Lorsqu'un élément de surface émet des radiations, celles-ci produisent une pression sur la surface considérée, de même qu'un canon est poussé en arrière au moment du tir. Si l'élément se meut dans le sens de la normale extérieure, la pression est augmentée par suite de ce que les ondes émises deviennent plus courtes et leur énergie par unité de volume croît. Si l'élément rayonnant se déplace dans son plan, il subit l'action d'une force tangentielle opposée à la direction de son mouvement pour la même cause : le raccourcissement des ondes émises dans des directions qui forment un angle aigu avec la vitesse de l'élément; la valeur de la résistance en question, d'après le calcul de Poynting le quotient de Iv par $4c^2$, où I représente l'énergie rayonnée par unité de surface et de temps, v la vitesse de l'élément de surface, c la vitesse de la lumière. L'auteur applique cette dernière relation au cas du soleil et montre qu'elle peut expliquer le fait découvert par Carrington, que la vitesse angulaire de la photosphère est variable avec la latitude et va en décroissant de l'équateur aux pôles.

VARIÉTÉS.

UNIFICATION.

Au sujet de l'unification du matériel électrique en France.

La France a été l'initiatrice des grandes unifications. La République, *une* et indivisible, en créant le « système métrique décimal des poids, mesures et monnaies » a produit un chef-d'œuvre dont la logique a conquis en un siècle la moitié du monde et est à la veille d'y joindre l'autre moitié. Cette œuvre a été à peu près respectée, malgré Napoléon qui, n'y comprenant sans doute pas grand'chose, a permis l'établissement de ces rapports approximatifs aux anciennes mesures, où la tenace obstination de quelques paysans a accroché la survivance de la livre et du sou; malgré aussi nos modernes parlementaires qui n'ont pas hésité à créer et sanctionner (en violation de la loi du 18 germinal an III) la malencontreuse pièce de 25 centimes.

Après ce premier et mémorable exemple, il faut attendre le grand développement de l'industrie pour que se produise le besoin d'unifications nouvelles, moins générales sans doute, mais non moins utiles. Celles-ci, n'intéressant d'une manière immédiate qu'une partie des citoyens, doivent être préparées par eux avant de recevoir, s'il en est besoin, la sanction législative. Ainsi avons-nous vu se réaliser l'unification des filetages en France, sur l'initiative extrêmement heureuse de la « Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale », apportant l'ordre dans une question où l'anarchie était complète.

Depuis, dans notre pays, rien, ou a peu près. Il semble que cet effort ait épuisé nos facultés de coordination, et nous obéissons passivement à des impulsions qui viennent de l'étranger, heureux encore quand leur caractère international ménage un peu notre amour-propre national peu exigeant.

Pour nous en tenir à ce qui intéresse l'industrie électrique, le système logique des mesures, créé par l' « Association britannique pour l'Avancement des Sciences », a été étendu et généralisé par le Congrès international de 1881, et plus ou moins heureusement remanié ensuite par divers Congrès. Mais à partir de ce moment, les gouvernements prennent en mains l'affaire; l'avis des intéressés devient (en France) tout à fait secondaire; des réunions et conférences officielles sont tenues sans que l'industrie y soit représentée, ni consultée. La dernière en date est celle de Londres, où ont été acceptées par les seuls représentants du gouvernement les suggestions allemandes sur le choix malheureux du courant comme grandeur fondamentale, et sur la représentation de l'ampère par un dépôt électrolytique, la plus compliquée et la plus incertaine des opérations. Il ne manque plus que la sanction parlementaire pour que cette définition devienne légale, en même temps sans doute qu'une retouche (!) du système métrique, qu'il est permis de juger infiniment malheureuse. Seuls les événements de 1914 ont retardé cette dernière faute; puisse-t-elle être évitée !

En attendant, les besoins de l'industrie subsistent. Il est de toute nécessité que s'établissent certaines conventions, ayant force de loi entre les intéressés, et qui définissent *au moins* les conditions d'essai des machines et appareils et uniformément certains points de leur construction. Il est de la compétence des ingénieurs et des fabricants d'établir ces règles et d'en obtenir l'acceptation; mais c'est ici que la difficulté commence, en France du moins.

Car les pays de grande industrie ont subi l'empire des mêmes nécessités, et ont devancé le nôtre dans la voie des réalisations. En Angleterre, il existe, comme le rappelait dernièremet M. Blondin, un « Engineering Standards Committee ». C'est l'émanation de toutes les sociétés techniques de Grande-Bretagne, sans aucun caractère officiel. Sa compétence s'étend donc à toutes les branches de l'art de l'ingénieur et son action est très étendue. Le Comité électrotechnique britannique n'est pas autre chose que la section électrique du Standards Committee. Créée par l'industrie, cette organisation a été encouragée et subventionnée par l'État. L'appui du Gouvernement britannique, dans de telles circonstances, est donné sans aucun autre souci que le bien public, sans tracasserie, sans aucune arrière-pensée de mainmise plus ou moins déguisée, rançon de la subvention accordée et sous prétexte de contrôle de son emploi. Les sections du Comité travaillent chacune dans sa spécialité, leur action s'exerce sur de nouveaux objets au fur et à mesure que se manifestent de nouveaux besoins. Au Comité, le National Physical Laboratory, établissement d'État, prête un concours fréquent, et exécute à ses propres frais toutes les recherches dont il lui signale l'utilité. C'est la seconde forme de l'assistance de l'État à l'œuvre du Committee of Standards; elle est aussi désintéressée que conforme au bien public.

Les États-Unis, de leur côté ont créé un officiel « Bureau of Standards » entièrement entretenu aux frais de l'État, et où l'industrie trouve toute l'aide nécessaire avec la largeur de vues et la libéralité qui caractérisent la manière américaine. Ses travaux sont largement répandus dans le monde entier par la diffusion de comptes rendus imprimés avec luxe au frais de l'État.

En regard de ces puissants organismes, que trouvons-nous en France?

Comme organisation générale : rien. Comme moyens d'études, les laboratoires du Conservatoire des Arts et Métiers, et le Laboratoire central d'Électricité, qui tous deux rendent de grands services pour le contrôle des matériaux et des instruments, mais auxquels l'industrie ne demande aucune des recherches de science appliquée sur quoi s'appuie le progrès de la technique. En fait, comme organisation générale, c'est le néant.

Rien ne s'oppose cependant à ce que l'un de nos groupements prenne une initiative, en se passant surtout de la coopération des pouvoirs publics, pour créer le centre d'unification nécessaire.

La Société d'Encouragement se trouve désignée par son succès complet dans l'unification des filetages. Mais elle ne semble pas désireuse de renouveler l'expérience, non plus que de créer à côté d'elle l'organisme parallèle spécialisé.

A son défaut, la Société des Ingénieurs civils de France qui centralise la représentation technique de toutes les industries, pourrait entreprendre cette formation. Mais elle ne paraît pas avoir compris, jusqu'ici, l'intérêt qui s'y attache.

Faute d'une organisation générale, les électriciens, qui forment la branche de l'industrie où se rencontrent les conditions les plus favorables, ont esquissé seuls jusqu'ici des tentatives d'unification. Mais avec quelle incohérence! — L'unification du langage, des symboles et des notations est faite en pratique; mais elle a été l'œuvre d'un homme, Hospitalier, qui lui a consacré sa vie. La Société des Électriciens a adopté ses principes et les applique dans ses publications; elle y a ajouté quelques symboles cartographiques que l'Administration des Travaux publics a sanctionnés.

Quant à l'unification des méthodes d'essai et du matériel que possédons-nous? Deux ou trois brochures du « Syndicat professionnel des Industries électriques », où l'esprit commercial domine l'esprit technique (ce qui est bien conforme à leur origine), mais dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles sont manifestement incomplètes. Elles n'ont acquis, nationalement, aucune autorité, et se trouvent même aujourd'hui en contradiction avec ce qui a été défendu, au nom de leurs auteurs, dans la « Commission électrotechnique internationale ».

En outre, les associations de propriétaires d'appareils à vapeur ayant étendu aux machines électriques leurs services d'inspection, mais n'ayant pas su résister à la tentation de sortir de leur rôle de surveillance, ont opposé au texte du Syndicat leur propre cahier des conditions d'essai et de réception des machines électriques. Nous voilà loin de l'unification.

Le défaut d'autorité de ces textes vient de ce qu'ils n'ont pas été établis par une délégation de *tous* les intéressés. Les vendeurs ont établi leur texte; mais ils sont *orfèvres*, suspects aux acheteurs, et réciproquement. c'est l'anarchie.

Il est cependant indispensable que nous aboutissions en France, et à bref délai; il y a urgence. — Faut-il rappeler ici qu'avant la guerre on en était arrivé à fabriquer l'appareillage sur la *spécification allemande?* Faut-il ajouter que la Grande-Bretagne vient d'achever ses règles d'unification des machines électriques et se prépare à en répandre une traduction française? Si bien que grâce au soin de la rédaction ce texte pourra s'imposer et obliger avant longtemps nos fabricants à se conformer à une réglementation qu'ils n'auront pas discutée. Faut-il enfin rappeler qu'il n'est pas digne de nous de subir des directions étrangères, faute d'accepter nous-mêmes des disciplines volontaires qui ne vont pas peut-être sans quelques sacrifices d'amour-propre?

Car, au fond, il semble bien que l'obstacle principal soit là. Aucun groupement ne veut abandonner une parcelle de ce qu'il juge être son domaine, et chacun d'eux semble croire que ce domaine couvre tout : théorie, technique et pratique; science, art et commerce.

D'autre part l'unification *internationale* se poursuit peu à peu; la France y participe, mais le rôle du personnage muet sera bientôt le seul auquel elle puisse prétendre. Le « Comité électrotechnique français » a été créé précisément par délégation de tous les organismes français intéressés; mais, en le créant, ceux-ci ne lui ont donné, nationalement, aucun pouvoir. Comme les méchantes fées de la fable, penchées sur le berceau de l'enfant, ils lui ont fait un mauvais cadeau : celui de statuts qui le réduisent à défendre vis-à-vis de l'étranger, des réglementations nationales *qui n'existent pas!* L'interdiction implicite, par prétérition, de s'occuper de ces réglementations nationales, lui a été explicitée sous une forme impérative, dans une occasion, par la susceptibilité ombrageuse d'une desdites fées!

Et alors, comme malgré tout, la force des choses se fait sentir chaque jour, nous assistons à des efforts sporadiques, décousus, dont par cela même les résultats n'auront sans doute pas encore l'autorité de sanctions suffisantes. En ce moment, donc, l'Union des Syndicats, sur une initiative de M. Zetter, et d'autre part la Société des Électriciens, sur celle de l'auteur de ces lignes, ont institué des Commissions mixtes pour l'étude de diverses unifications. Il est à souhaiter qu'elles aboutissent dans leurs travaux, mais il est à craindre, pour les raisons exposées, que leurs conclusions ne s'imposent pas et ne réussissent pas à être acceptées, nationalement, comme les véritables règles de l'art. La procédure est mauvaise, quand même quelques résultats partiels en seraient bons; elle est caractéristique de l'absence d'une méthode de travail, d'une suite dans les idées, d'une sanction suffisante.

Il faut donc aviser, et confier l'étude systématique de l'unification à un groupement unique, Comité électrotechnique ou autre, mais qui représente l'universalité des intérêts engagés et à qui l'on fasse confiance.

Remarquons que l'attitude des industriels électriciens est vraiment singulière. Ils créent des organismes dont on peut attendre beaucoup, mais font en sorte de ne les laisser pour ainsi dire pas fonctionner. Ils fondent un Comité électrotechnique français, mais ils le rendent congénitalement inapte à toute action nationale. Ils créent et entretiennent le Laboratoire central d'Électricité, mais ils ne lui demandent aucune des recherches dont les résultats seraient utiles à leur industrie, et l'on pourrait citer vingt sujets d'études pour lesquels nous devons recourir à des renseignements étrangers, d'origine souvent douteuse et incontrôlable. Pour ne citer qu'au courant de la plume : — l'étude des distances explosives le long des surfaces isolantes (bornes isolantes avec ou sans conducteur intérieur); — la puissance de coupure des interrupteurs en fonction de la nature du circuit coupé; — les rigidités diélectriques du verre, de la porcelaine, des isolants agglomérés; — les propriétés de dissipation de

la chaleur des huiles isolantes en fonction de leurs propriétés physiques; — l'échauffement local dans les machines, et les thermo-éléments ou les résistances propres à sa mesure; etc. J'en passe et des meilleurs.

L'heure semble venue de sortir de cette incohérence et de concentrer tous les efforts pour maintenir au niveau nécessaire notre industrie nationale, et pour conserver à la France son rang dans les relations techniques internationales. Pour cela, voulant la fin, il faut vouloir les moyens, et consentir les sacrifices nécessaires. Sommes-nous incapables de ces sacrifices et de cet effort?

R.-V. Picou.

Tarification de l'énergie électrique, une formule rationnelle; Bantista Lascoity (*Lum. élect.*, 15 août 1916, p. 132-135). — L'auteur, ingénieur et président du Conseil d'administration des usines électriques de l'Etat d'Uruguay, expose, dans un rapport à ce Conseil, toute la question de la tarification de l'énergie électrique et conclut qu'il convient d'appliquer la formule rationnelle $A + BP + CW$, où A est un terme comprenant les dépenses que causent les abonnés (service commercial, relevé des consommations, encaissement, etc.), P la puissance maximum instantanée demandée, B un facteur dépendant des dépenses qu'occasionne la fourniture de cette puissance, W l'énergie consommée et C un facteur dépendant des dépenses (combustible, personnel de l'usine, etc.) proportionnelle à la consommation. Pour la ville de Montévidéo les valeurs des coefficients A, B, C devraient être : $A = 1$ fr de redevance mensuelle; $B = 13,2$ fr par kilowatt; $C = 0,0985$ fr par kilowatt-heure.

La disposition des machines-outils dans les ateliers; Joseph Horner (*Engineering*, 28 juillet et 11 août 1916, p. 72-74 et 121-126). — Dans le premier article l'auteur expose quelques généralités montrant l'intérêt que présente une disposition méthodique des ces machines; comme exemple de bonne disposition l'auteur cite les ateliers nouveaux de la Mors Gear Co, de Birmingham, dont il donne le plan. Le second article, qui est illustré de 16 figures, donne plusieurs autres exemples.

Traitement des fumées des fours à argent par le procédé Cottrell; Charles H. Aldrich (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 559-561). — Dans cet article, reproduction d'une communication faite à l'American Electrochemical Society, l'auteur décrit les installations faites en 1912 aux Raritan Copper Works pour la précipitation, au moyen de décharges électriques à haute tension, des poussières entraînées par les fumées des fours à argent, poussières qui renferment une proportion importante de métal précieux. Il rappelle d'abord que jusqu'en 1907 on se bornait à faire passer ces fumées dans un carneau en briques de 24 m de long; on se servit ensuite d'un appareil à lavage; en 1911-1912 furent commencés les essais du procédé Cottrell. Il décrit ensuite l'installation actuelle; elle comprend, en outre d'un système de canalisation et de laveurs où se dépose une partie des poussières, une chambre de précipitation électrique à parois de fonte de 2,4 m de large sur 1,8 m de haut et 4,8 m de long dans laquelle sont suspendues, au moyen de barres de fer, des bandes de plomb de 15 cm de large entre lesquelles circulent les fumées; ces bandes sont connectées aux bornes d'un appareil à haute tension formé d'un groupe de 3 kw transformant le courant continu 220 volts en courant alternatif 154 volts, 60 p : sec. d'un transformateur à haute tension et d'un redresseur rotatif. Le dépôt recueilli dans la chambre de précipitation contient 800 oz. (22,68 kg) d'argent et 1 oz. (28,35 g) d'or par tonne; les quantités d'argent et d'or ainsi recueillies sont respectivement de 29,2 et 6,6, pour 100 de celles qui se déposent dans l'ensemble des appareils de dépoussiération des fumées et de 0,24 et 0,022 pour 100 de celles qui sont obtenues dans les fours de traitement. Les dépenses d'opération sont très faibles car elles ne comprennent guère que celles de la production d'une puissance d'environ 2,5 kw à 30 000-40 000 volts; l'entretien de l'appareil est à peu près nul et s'est borné jusqu'ici au remplacement de quelques pièces primitivement établies en fonte par des pièces recouvertes de plomb. On a reconnu que l'humidité résultant du passage des fumées dans le laveur a une influence bienfaisante; si l'on supprime le passage dans le laveur, la décharge sous forme d'effluves est plus difficile à maintenir et de nombreuses étincelles disruptives se produisent; en outre le dépôt sur les électrodes, très sec et très léger, est plus facilement entraîné par le flux gazeux. — En raison des bons résultats donnés par cette installation, il fut décidé qu'une seconde installation du même type serait effectuée. Dans celle-ci on a modifié la forme de la chambre de précipitation en vue d'en rendre plus facile la construction et de pouvoir employer une différence de potentiel plus grande. Elle est formée d'une série de tubes cylindriques en plomb de 45 cm de diamètre et 3,6 m de longueur dans l'axe desquels est placée une tige d'acier de 2,1 cm de diamètre recouverte de plomb qui sert d'électrode à haut potentiel; les fumées circulent entre cette électrode et le tube de plomb, lequel est relié au sol. Dans ces conditions on peut porter la différence de potentiel à 80 000-90 000 volts et recueillir 99 pour 100 de l'or et de l'argent, contenus dans les fumées, celles-ci circulant avec une vitesse de 1,35 m : sec. Le courant continu de haute tension est fourni par deux groupes convertisseurs de 10 kw donnant du courant alternatif, 200 volts, 25 p : sec; un transformateur permettant d'élever la tension entre 50 000 et 100 000 volts; enfin un redresseur de courant. Au début du fonctionnement les décharges se produisent principalement aux endroits où les électrodes présentent des aspérités, mais lorsque, après quelque temps de fonctionnement, un dépôt s'est formé sur celles-ci la décharge se produit uniformément sur toute la longueur des électrodes.

Électro-vibreurs puissants marchant sur courant faible, continu ou alternatif. Électro-vibreur à résonance; J. Bergonié (*C. R. Acad. des Sciences*, 3 juillet 1916, p. 5-6). — L'an dernier l'auteur a montré (*Revue électrique*, t. XXIV, 16 juillet 1915, p. 57 et 15 octobre 1915, p. 253). que les puissances électriques vraies, absorbées par les électro-vibreurs puissants, les seuls utilisables pour déceler et extraire les projectiles profonds, oscillaient entre 550 et 950 watts; mais, à cause de l'énorme self-induction de ces appareils et du déphasage entre l'intensité et la force électromotrice, l'intensité du courant doit être assez élevée et ne doit guère descendre au dessous de 60 ampères pour 200 à 220 volts aux bornes. Ces intensités élevées, auxquelles il n'y a pas moyen d'échapper quoi qu'on fasse, si l'on veut conserver toute l'utilité de l'appareil et ne pas employer des électro-vibreurs insuffisants, sont quelquefois gênantes pour les canalisations existantes. — Pour supprimer ou diminuer la self-induction qui empêche d'augmenter les ampères-tours, en augmentant les tours de fils de l'excitation, la maison Gallot a construit un électro-vibreur de résonance, dans lequel une capacité et la self-induction de l'électro-vibreur se compensent et suppriment le déphasage, d'où diminution considérable de l'intensité pour une même puissance. — A titre d'exemple, un électro-vibreur à résonance ainsi construit fonctionnant sur alternatif 110 volts, 42 p : sec, prend 7,5 ampères, et son action magnétique est exactement la même que celle d'un électro-vibreur ordinaire sans capacité, avec une intensité de plus de 100 ampères. — Enfin, chose plus importante encore au point de vue pratique, l'emploi de l'électro-vibreur avec un interrupteur à mercure sur courant continu, qui n'était pas possible, toujours à cause de ces hautes intensités, devient aujourd'hui facile avec l'électro-vibreur à résonance. Ce dernier appareil permet, en effet, de remplacer a commutatrice lourde, encombrante, bruyante et coûteuse, par un simple interrupteur à turbine, du genre Blondel, que la maison Gallot a mis au point.

Rien ne s'oppose cependant à ce que l'un de nos groupements prenne une initiative, en se passant surtout de la coopération des pouvoirs publics, pour créer le centre d'unification nécessaire.

La Société d'Encouragement se trouve désignée par son succès complet dans l'unification des filetages. Mais elle ne semble pas désireuse de renouveler l'expérience, non plus que de créer à côté d'elle l'organisme parallèle spécialisé.

A son défaut, la Société des Ingénieurs civils de France qui centralise la représentation technique de toutes les industries, pourrait entreprendre cette formation. Mais elle ne paraît pas avoir compris, jusqu'ici, l'intérêt qui s'y attache.

Faute d'une organisation générale, les électriciens, qui forment la branche de l'industrie où se rencontrent les conditions les plus favorables, ont esquissé seuls jusqu'ici des tentatives d'unification. Mais avec quelle incohérence! — L'unification du langage, des symboles et des notations est faite en pratique; mais elle a été l'œuvre d'un homme, Hospitalier, qui lui a consacré sa vie. La Société des Électriciens a adopté ses principes et les applique dans ses publications; elle y a ajouté quelques symboles cartographiques que l'Administration des Travaux publics a sanctionnés.

Quant à l'unification des méthodes d'essai et du matériel que possédons-nous? Deux ou trois brochures du « Syndicat professionnel des Industries électriques », où l'esprit commercial domine l'esprit technique (ce qui est bien conforme à leur origine), mais dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles sont manifestement incomplètes. Elles n'ont acquis, nationalement, aucune autorité, et se trouvent même aujourd'hui en contradiction avec ce qui a été défendu, au nom de leurs auteurs, dans la « Commission électrotechnique internationale ».

En outre, les associations de propriétaires d'appareils à vapeur ayant étendu aux machines électriques leurs services d'inspection, mais n'ayant pas su résister à la tentation de sortir de leur rôle de surveillance, ont opposé au texte du Syndicat leur propre cahier des conditions d'essai et de réception des machines électriques. Nous voilà loin de l'unification.

Le défaut d'autorité de ces textes vient de ce qu'ils n'ont pas été établis par une délégation de *tous* les intéressés. Les vendeurs ont établi leur texte; mais ils sont *orfèvres*, suspects aux acheteurs, et réciproquement. c'est l'anarchie.

Il est cependant indispensable que nous aboutissions en France, et à bref délai; il y a urgence. — Faut-il rappeler ici qu'avant la guerre on en était arrivé à fabriquer l'appareillage sur la *spécification allemande*? Faut-il ajouter que la Grande-Bretagne vient d'achever ses règles d'unification des machines électriques et se prépare à en répandre une traduction française? Si bien que grâce au soin de la rédaction ce texte pourra s'imposer et obliger avant longtemps nos fabricants à se conformer à une réglementation qu'ils n'auront pas discutée. Faut-il enfin rappeler qu'il n'est pas digne de nous de subir des directions étrangères, faute d'accepter nous-mêmes des disciplines volontaires qui ne vont pas peut-être sans quelques sacrifices d'amour-propre? Car, au fond, il semble bien que l'obstacle principal soit là. Aucun groupement ne veut abandonner une parcelle de ce qu'il juge être son domaine, et chacun d'eux semble croire que ce domaine couvre tout : théorie, technique et pratique; science, art et commerce.

D'autre part l'unification *internationale* se poursuit peu à peu; la France y participe, mais le rôle du personnage muet sera bientôt le seul auquel elle puisse prétendre. Le « Comité électrotechnique français » a été créé précisément par délégation de tous les organismes français intéressés; mais, en le créant, ceux-ci ne lui ont donné, nationalement, aucun pouvoir. Comme les méchantes fées de la fable, penchées sur le berceau de l'enfant, ils lui ont fait un mauvais cadeau : celui de statuts qui le réduisent à défendre vis-à-vis de l'étranger, des réglementations nationales *qui n'existent pas!* L'interdiction implicite, par prétérition, de s'occuper de ces réglementations nationales, lui a été explicitée sous une forme impérative, dans une occasion, par la susceptibilité ombrageuse d'une desdites fées!

Et alors, comme malgré tout, la force des choses se fait sentir chaque jour, nous assistons à des efforts sporadiques, décousus, dont par cela même les résultats n'auront sans doute pas encore l'autorité de sanctions suffisantes. En ce moment, donc, l'Union des Syndicats, sur une initiative de M. Zetter, et d'autre part la Société des Électriciens, sur celle de l'auteur de ces lignes, ont institué des Commissions mixtes pour l'étude de diverses unifications. Il est à souhaiter qu'elles aboutissent dans leurs travaux, mais il est à craindre, pour les raisons exposées, que leurs conclusions ne s'imposent pas et ne réussissent pas à être acceptées, nationalement, comme les véritables règles de l'art. La procédure est mauvaise, quand même quelques résultats partiels en seraient bons; elle est caractéristique de l'absence d'une méthode de travail, d'une suite dans les idées, d'une sanction suffisante.

Il faut donc aviser, et confier l'étude systématique de l'unification à un groupement unique, Comité électrotechnique ou autre, mais qui représente l'universalité des intérêts engagés et à qui l'on fasse confiance.

Remarquons que l'attitude des industriels électriciens est vraiment singulière. Ils créent des organismes dont on peut attendre beaucoup, mais font en sorte de ne les laisser pour ainsi dire pas fonctionner. Ils fondent un Comité électrotechnique français, mais ils le rendent congénitalement inapte à toute action nationale. Ils créent et entretiennent le Laboratoire central d'Électricité, mais ils ne lui demandent aucune des recherches dont les résultats seraient utiles à leur industrie, et l'on pourrait citer vingt sujets d'études pour lesquels nous devons recourir à des renseignements étrangers, d'origine souvent douteuse et incontrôlable. Pour ne citer qu'au courant de la plume : — l'étude des distances explosives le long des surfaces isolantes (bornes isolantes avec ou sans conducteur intérieur); — la puissance de coupure des interrupteurs en fonction de la nature du circuit coupé; — les rigidités diélectriques du verre, de la porcelaine, des isolants agglomérés; — les propriétés de dissipation de

la chaleur des huiles isolantes en fonction de leurs propriétés physiques ; — l'échauffement local dans les machines, et les thermo-éléments ou les résistances propres à sa mesure; etc. J'en passe et des meilleurs.

L'heure semble venue de sortir de cette incohérence et de concentrer tous les efforts pour maintenir au niveau nécessaire notre industrie nationale, et pour conserver à la France son rang dans les relations techniques internationales. Pour cela, voulant la fin, il faut vouloir les moyens, et consentir les sacrifices nécessaires. Sommes-nous incapables de ces sacrifices et de cet effort?

R.-V. Picou.

Tarification de l'énergie électrique, une formule rationnelle; Bantista Lasgoity (*Lum. élect.*, 15 août 1916, p. 132-135). — L'auteur, ingénieur et président du Conseil d'administration des usines électriques de l'Etat d'Uruguay, expose, dans un rapport à ce Conseil, toute la question de la tarification de l'énergie électrique et conclut qu'il convient d'appliquer la formule rationnelle $A + BP + CW$, où A est un terme comprenant les dépenses que causent les abonnés (service commercial, relevé des consommations, encaissement, etc.), P la puissance maximum instantanée demandée, B un facteur dépendant des dépenses qu'occasionne la fourniture de cette puissance, W l'énergie consommée et C un facteur dépendant des dépenses (combustible, personnel de l'usine, etc.) proportionnelle à la consommation. Pour la ville de Montévidéo les valeurs des coefficients A, B, C devraient être : $A = 1$ fr de redevance mensuelle; $B = 13,2$ fr par kilowatt; $C = 0,0985$ fr par kilowatt-heure.

La disposition des machines-outils dans les ateliers; Joseph Horner (*Engineering*, 28 juillet et 11 août 1916, p. 72-74 et 121-126). — Dans le premier article l'auteur expose quelques généralités montrant l'intérêt que présente une disposition méthodique des ces machines; comme exemple de bonne disposition l'auteur cite les ateliers nouveaux de la Mors Gear Co, de Birmingham, dont il donne le plan. Le second article, qui est illustré de 16 figures, donne plusieurs autres exemples.

Traitement des fumées des fours à argent par le procédé Cottrell; Charles H. Aldrich (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 559-561). — Dans cet article, reproduction d'une communication faite à l'American Electrochemical Society, l'auteur décrit les installations faites en 1912 aux Raritan Copper Works pour la précipitation, au moyen de décharges électriques à haute tension, des poussières entraînées par les fumées des fours à argent, poussières qui renferment une proportion importante de métal précieux. Il rappelle d'abord que jusqu'en 1907 on se bornait à faire passer ces fumées dans un carneau en briques de 24 m de long; on se servit ensuite d'un appareil à lavage; en 1911-1912 furent commencés les essais du procédé Cottrell. Il décrit ensuite l'installation actuelle; elle comprend, en outre d'un système de canalisation et de laveurs où se dépose une partie des poussières, une chambre de précipitation électrique à parois de fonte de 2,4 m de large sur 1,8 m de haut et 4,8 m de long dans laquelle sont suspendues, au moyen de barres de fer, des bandes de plomb de 15 cm de large entre lesquelles circulent les fumées; ces bandes sont connectées aux bornes d'un appareil à haute tension formé d'un groupe de 3 kw transformant le courant continu 220 volts en courant alternatif 154 volts, 60 p : sec, d'un transformateur à haute tension et d'un redresseur rotatif. Le dépôt recueilli dans la chambre de précipitation contient 800 oz. (22,68 kg) d'argent et 1 oz. (28,35 g) d'or par tonne; les quantités d'argent et d'or ainsi recueillies sont respectivement de 29,2 et 6,6, pour 100 de celles qui se déposent dans l'ensemble des appareils de dépoussiération des fumées et de 0,24 et 0,022 pour 100 de celles qui sont obtenues dans les fours de traitement. Les dépenses d'opération sont très faibles car elles ne comprennent guère que celles de la production d'une puissance d'environ 2,5 kw à 30 000-40 000 volts; l'entretien de l'appareil est à peu près nul et s'est borné jusqu'ici au remplacement de quelques pièces primitivement établies en fonte par des pièces recouvertes de plomb. On a reconnu que l'humidité résultant du passage des fumées dans le laveur a une influence bienfaisante; si l'on supprime le passage dans le laveur, la décharge sous forme d'effluves est plus difficile à maintenir et de nombreuses étincelles disruptives se produisent; en outre le dépôt sur les électrodes, très sec et très léger, est plus facilement entraîné par le flux gazeux. — En raison des bons résultats donnés par cette installation, il fut décidé qu'une seconde installation du même type serait effectuée. Dans celle-ci on a modifié la forme de la chambre de précipitation en vue d'en rendre plus facile la construction et de pouvoir employer une différence de potentiel plus grande. Elle est formée d'une série de tubes cylindriques en plomb de 45 cm de diamètre et 3,6 m de longueur dans l'axe desquels est placée une tige d'acier de 2,1 cm de diamètre recouverte de plomb qui sert d'électrode à haut potentiel; les fumées circulent entre cette électrode et le tube de plomb, lequel est relié au sol. Dans ces conditions on peut porter la différence de potentiel à 80 000-90 000 volts et recueillir 99 pour 100 de l'or et de l'argent, contenus dans les fumées, celles-ci circulant avec une vitesse de 1,35 m : sec. Le courant continu de haute tension est fourni par deux groupes convertisseurs de 10 kw donnant du courant alternatif, 200 volts, 25 p : sec; un transformateur permettant d'élever la tension entre 50 000 et 100 000 volts; enfin un redresseur de courant. Au début du fonctionnement les décharges se produisent principalement aux endroits où les électrodes présentent des aspérités, mais lorsque, après quelque temps de fonctionnement, un dépôt s'est formé sur celles-ci la décharge se produit uniformément sur toute la longueur des électrodes.

Électro-vibreurs puissants marchant sur courant faible, continu ou alternatif. Électro-vibreur à résonance; J. Bergonié (*C. R. Acad. des Sciences*, 3 juillet 1916, p. 5-6). — L'an dernier l'auteur a montré (*Revue électrique*, t. XXIV, 16 juillet 1915, p. 57 et 15 octobre 1915, p. 253), que les puissances électriques vraies, absorbées par les électro-vibreurs puissants, les seuls utilisables pour déceler et extraire les projectiles profonds, oscillaient entre 550 et 950 watts; mais, à cause de l'énorme self-induction de ces appareils et du déphasage entre l'intensité et la force électromotrice, l'intensité du courant doit être assez élevée et ne doit guère descendre au dessous de 60 ampères pour 200 à 220 volts aux bornes. Ces intensités élevées, auxquelles il n'y a pas moyen d'échapper quoi qu'on fasse, si l'on veut conserver toute l'utilité de l'appareil et ne pas employer des électro-vibreurs insuffisants, sont quelquefois gênantes pour les canalisations existantes. — Pour supprimer ou diminuer la self-induction qui empêche d'augmenter les ampères-tours, en augmentant les tours de fils de l'excitation, la maison Gallot a construit un électro-vibreur de résonance, dans lequel une capacité et la self-induction de l'électro-vibreur se compensent et suppriment le déphasage, d'où diminution considérable de l'intensité pour une même puissance. — A titre d'exemple, un électro-vibreur à résonance ainsi construit fonctionnant sur alternatif 110 volts, 42 p : sec, prend 7,5 ampères, et son action magnétique est exactement la même que celle d'un électro-vibreur ordinaire sans capacité, avec une intensité de plus de 100 ampères. — Enfin, chose plus importante encore au point de vue pratique, l'emploi de l'électro-vibreur avec un interrupteur à mercure sur courant continu, qui n'était pas possible, toujours à cause de ces hautes intensités, devient aujourd'hui facile avec l'électro-vibreur à résonance. Ce dernier appareil permet, en effet, de remplacer la commutatrice lourde, encombrante, bruyante et coûteuse, par un simple interrupteur à turbine, du genre Blondel, que la maison Gallot a mis au point.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 19 septembre 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces.

Article premier. — Les délais accordés par les articles 1, 2, 3 et 4 du décret du 29 août 1914 et prorogés par les articles 1er des décrets des 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février, 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, 18 mars et 21 juin 1916, sont prorogés, sous les mêmes conditions et réserves, pour une nouvelle période de 90 jours francs. Le bénéfice en est étendu aux valeurs négociables qui viendront à échéance avant le 1er janvier 1917, à la condition qu'elles aient été souscrites antérieurement au 4 août 1914.

Art. 2. — Le porteur d'un effet de commerce appelé à bénéficier pour la première fois d'une prorogation d'échéance est tenu d'aviser le débiteur qu'il est en possession dudit effet et que le payement peut en être effectué entre ses mains. Cet avis pourra être constaté soit par le visa signé et daté du débiteur sur l'effet de commerce, lors de la présentation, soit par une lettre recommandée. Faute par le porteur d'accomplir ces formalités dans le délai d'un mois à dater de l'échéance normale de l'effet, les intérêts de 5 pour 100, institués à son profit par le décret du 29 août 1914, cesseront de courir à partir de l'expiration de ce délai. Toutefois, ces formalités ne sont pas nécessaires si le porteur peut prouver que le débiteur a été antérieurement avisé.

Art. 3. — Dans les délais de prorogation des échéances fixés par le présent décret, le porteur ou le créancier ne pourra pas refuser un payement partiel pourvu qu'il soit au moins du quart du principal. Toute somme ainsi payée ne pourra être inférieure à 50 fr, sauf celle qui sera afférente au dernier des termes. Les intérêts seront exigibles à chaque terme pour la portion du principal payée par le débiteur. Chaque payement partiel sera mentionné sur le titre par le porteur, qui en donnera quittance. Cette quittance sera exemptée du droit de timbre.

Art. 4. — Sont maintenues toutes les dispositions des décrets des 29 août, 27 septembre, 27 octobre, 15 décembre 1914, 25 février 15 avril, 24 juin, 16 octobre, 23 décembre 1915, 18 et 20 mars, 21 juin et 25 juillet 1916, qui ne sont pas contraires au présent décret. Toutefois, l'application des paragraphes 2 et 3 de l'article 2 et du paragraphe 2 de l'article 3 du décret du 27 octobre 1914 concernant le recouvrement des valeurs négociables et des créances à raison de ventes commerciales ou d'avances sur titres est suspendue jusqu'à l'expiration du délai de 90 jours francs prévu par l'article 1er.

Art. 5. — Sont et demeurent soumis aux dispositions du décret du 23 décembre 1915 les débiteurs qui, en raison de l'état de guerre, sont fournisseurs de l'Etat ou des Etats alliés ou travaillent pour le compte de ces Etats, soit à titre principal, soit comme sous-traitants, ainsi que les débiteurs qui fournissent aux personnes ci-dessus dénommées des matières brutes ouvrées ou mi-ouvrées, ou qui coopèrent pour partie à la fabrication.

Art. 6. — Sont et demeurent soumises aux dispositions des décrets des 20 mars et 25 juillet 1916, les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances de dépôts-espèces et soldes créditeurs, de comptes courants, payables ou remboursables en Algérie. Toutefois, le présent décret reste applicable en Algérie aux catégories de débiteurs ci-après énumérées : 1° aux débiteurs qui sont présents sous les drapeaux, à ceux qui ont depuis le 1er août 1914 été renvoyés dans leurs foyers pour blessures ou maladies, ainsi qu'aux héritiers de ceux-ci à raison des obligations contractées par leurs auteurs; 2° aux sociétés en nom collectif dont tous les associés, et aux sociétés en commandite simple dont tous les gérants sont sous les drapeaux.

(*Journal officiel*, 20 septembre 1916.)

Les brevets d'invention pendant la guerre; brevets d'invention intéressant la défense nationale et brevets d'invention appartenant à des sujets ennemis; Dupont et Elluin (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 294-296). — Cet article reproduit et commente : le décret du 14 août 1914, suspendant les délais en matière de brevets d'invention; la loi du 27 mai 1915 qui a interdit l'exploitation des brevets appartenant à des sujets allemands ou austro-hongrois, sauf le cas où ces brevets auraient fait l'objet de cessions ayant acquis une date certaine avant la guerre et autorise les Français à déposer des demandes de brevets et à payer leurs annuités de brevets en pays ennemis; enfin la loi du 12 avril 1916 concernant les inventions intéressant la défense nationale, qui prévoit l'expropriation, moyennant indemnité, des inventions dont il paraît utile de réserver à l'Etat l'exclusivité d'exploitation, et édicte des sanctions sévères contre les inventeurs qui divulgueraient des inventions intéressant la défense nationale ou dont la publicité présenterait des dangers ou des inconvénients pour la défense nationale.

Sur la nécessité de la réforme de la législation des brevets en Angleterre (*Electrician*, 18 août 1916, p. 670-671). — Dans cet article, notre confrère signale que la Society of Chemical Industry a, dans une récente séance, discuté cette question et a conclu à l'absolue nécessité de réviser la législation. Parmi les points à réviser se trouvent les tarifs, lesquels sont trop élevés; à la vérité la prise de brevet est peu coûteuse, mais le tarif croissant des annuités fait que celles-ci forment un total de 2475 fr pour une protection de 14 ans, alors qu'aux Etats-Unis la somme totale à verser n'est que de 175 fr pour une protection de 17 années. L'article résume ensuite les observations faites par J.-W. Gordon et par le professeur Armstrong.

Les travaux du National Physical Laboratory (*Electrician*, 21, 28 juillet et 4 août 1916, p. 532-533, 565-567 et 593-594). — Cette publication reproduit les parties du dernier rapport annuel qui se rapportent à la physique générale et à l'électricité. On y trouve le résumé des travaux concernant les essais magnétiques, la détermination de la conductibilité thermique des matériaux réfractaires, la transmission de la chaleur dans les matières employées pour la couverture des bâtiments industriels, les pertes de chaleur par la surface des corps, les pyromètres optiques, les lampes à arc au tungstène, les recherches sur le radium et les rayons X, les matières employées dans la confection des joints pour tuyauterie de vapeur.



Tome XXVI. **N° 308. — 20 octobre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Nous insistons, au début de cette chronique, sur le caractère éminemment pratique des articles énumérés dans le sommaire ci-dessus; rédigés d après des données purement expérimentales, ils contiennent d'utiles renseignements concernant un grand nombre de branches de l'électrotechnique. Nous nous contenterons, en conséquence, de compléter le travail de JAKOB KUNZ, **Sur la production des couronnes en courant continu,** analysé pages 240 à 242, par quelques indications sur le même phénomène à des pressions inférieures à la pression atmosphérique, la tension d'excitation étant empruntée à une source à courant continu comme dans les essais relatés plus loin. La décharge se produit entre un cylindre et un fil tendu suivant l'axe de ce cylindre, où l'on peut faire varier la pression. Avec de gros fils, de 2,4 mm de diamètre, une tension de 4000 volts et une pression de 4 à 5 cm, on constate que, si le fil est positif, la couronne amorcée disparaît aussitôt qu'on diminue la tension ou qu'on élève la pression; si le fil est négatif, il faut abaisser sensiblement la pression pour produire la couronne à la même tension que celle appliquée au fil positif; finalement un courant d'ionisation prend naissance, capable de brûler 2 lampes de 16 bougies en série avec le fil de terre connecté à la paroi extérieure du tube. L'effluve amorcé persiste encore soit pour une légère diminution de la tension, soit pour une légère augmentation de la pression. En général, avec les gros fils, la décharge négative affecte l'allure de la décharge dans un tube à vide; c'est une lueur bleue, de faible épaisseur, séparée de la paroi interne du tube par un petit espace obscur de Crooks; avec les tubes fins ($d < 0,07$ mm), on retrouve la couronne ordinaire, mais seulement pour une pression supérieure à une certaine valeur critique qui dépend du diamètre du fil. La couronne positive est une lueur violette ou bleue, très uniforme et très stable, qui apparaît sur toute la portion du fil intérieure au cylindre. M. D. Mac Kenzie, qui a publié ces résultats dans le *Physical Review* d'avril 1915, a aussi établi des courbes donnant le gradient critique du potentiel à la surface du fil en fonction de son diamètre, à des pressions variables; l'allure de ces courbes rappelle d'assez près celle correspondant à la formule de Peek (*La Revue électrique*, 15 février 1915, p. 160, et ce numéro, p. 240). Cependant, entre les valeurs calculées et les valeurs observées, il y a une différence, variable avec la pression, mais indépendante du diamètre du fil, en sorte que les formules qui comprennent les phénomènes observés aux tensions alternatives ou continues à la pression atmosphérique demandent quelques retouches pour s'appliquer aux couronnes produites à basses pressions. Pour un fil donné, le rapport des tensions critiques varie avec la pression; mais il existe une pression où ces deux tensions sont égales; au-dessous de cette pression caractéristique, c'est la tension critique négative qui est la plus faible; au-dessus, il faut au contraire une tension moindre pour produire la couronne positive. Enfin le tube à couronne redresse un courant alternatif, le sens du courant redressé dépendant de la tension appliquée. B. K.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph { 549.49 / 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingtième Bulletin bimensuel de 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 6 septembre 1916.

Présents : MM. Cordier, président; Bizet, vice-président; Beauvois-Devaux, trésorier; Eschwège, Godinet; M. Brachet suppléant M. Sée; M. Cahen suppléant M. Michoud; M. Paré suppléant M. Coze.

Absents excusés : MM. M. Meyer, vice-président; Fontaine, secrétaire; Brylinski, F. Meyer, R. Pinot, Sartiaux.

Correspondance. — M. le Président donne communication à ses collègues d'une lettre de M. Sartiaux qui demande si l'on ne pourrait pas fixer la séance du Comité de l'Union à 10 h au lieu de 11 h.

A la suite d'un échange de vues entre les membres présents, il est décidé que la prochaine séance aura lieu à 10 heures et demie et que la question y sera examinée de nouveau.

M. le Président signale que la ville de Lyon vient d'accorder à la Société des Forces motrices du Rhône le relèvement des tarifs de frais accessoires de distribution (location de compteurs, etc.) pour la période triannuelle 1916-1919.

M. le Président donne connaissance à ses collègues d'une proposition de loi déposée à la Chambre des députés par MM. Delaroue et Viollette concernant la résiliation des contrats passés par les communes. Après échange d'observations, il est décidé de mettre la question à l'étude.

Lecture est donnée également d'un projet de loi qui aurait pour objet de soumettre désormais aux tribunaux civils un certain nombre de questions déférées jusqu'ici au Conseil d'État.

Le texte de cette proposition de loi est envoyé au Comité consultatif de l'Union pour être étudié.

Il est ensuite donné lecture d'une circulaire adressée aux maires sur les instructions du Ministre de l'Intérieur, relativement aux difficultés qui se sont produites entre des municipalités et des compagnies concessionnaires d'éclairage, au sujet de la révision des contrats pour cause de renchérissement excessif du charbon.

Il est décidé de mettre la question à l'étude et de procéder à son examen à la prochaine séance.

Conditions techniques pour la réception des isolateurs. — En ce qui concerne le rapport de cette Commission, il est décidé qu'une réponse y sera faite aussitôt que tous les renseignements nécessaires auront été reçus.

Crédits a longs termes aux États-Unis. — Certaines banques des États-Unis sont disposées à faire des crédits à longs termes aux acheteurs français qui auraient besoin de leur concours pour des affaires de grande importance.

Pour avoir des renseignements précis sur les conditions de ces crédits, il faut s'adresser à la Banque de France, à M. Robineau, chef de bureau de la direction de l'Escompte, 3, rue de la Vrillière.

Impôts. — L'étude de cette question est remise à une séance ultérieure.

Projet de création de commissions générales. — M. le Président entretient ses collègues d'un projet de création de différentes Commissions qui assureraient à l'Union, de concert avec le Comité, un véritable organisme de travail qui ne manquerait pas de porter rapidement ses fruits.

Le projet de M. le Président rencontre l'approbation des membres présents; il est décidé que l'étude des détails en sera faite au cours de la prochaine séance.

Documents officiels. — M. le Président communique au Comité les documents officiels parus depuis la dernière séance : Loi du 1er juillet 1916 concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes (*Journal officiel*, 2 juillet 1916). — Décret du 28 juin 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers (*Journal officiel*, 30 juin 1916). — Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne (*Journal officiel*, 21 juillet 1916). — Décret du

25 juillet 1916 modifiant le décret du 20 mars 1916 mettant fin aux prorogations en ce qui concerne les sommes dues à raison d'effets de commerce, de fournitures de marchandises, d'avances, de dépôts-espèces et soldes créditeurs de comptes-courants, payables ou remboursables en Algérie (*Journal officiel*, 26 juillet 1916). — Rapport au Ministre suivi d'un arrêté et d'un tableau fixant les prix maxima pour la vente des charbons à l'importation (*Journal officiel*, 23 juillet 1916). — Arrêté fixant pour l'année 1916 les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions ou de concessions (*Journal officiel*, 23 juillet 1916). — Arrêté du 18 juillet 1916 fixant les prix des déchets d'aluminium (*Journal officiel*, 11 août 1916). — Rapport et arrêté du 8 août fixant les prix maxima : d'une part, des charbons anglais importés; d'autre part, des charbons français au carreau des mines (*Journal officiel*, 9 août 1916). — Liste officielle n° 1 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées et résidant dans les pays neutres (*Journal officiel*, 6 août 1916). — Supplément (*Journal officiel*, 26 août 1916).

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président communique au Comité les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance : Rapport fait au nom de la Commission du Budget chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, adopté avec modification par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes, par M. Raoul Péret (Chambre des députés, 22 juin 1916). — Avis présenté au nom de la Commission de la législation fiscale sur ce projet de loi par M. Édouard Andrieu (Chambre des députés, 24 juin 1916). — Proposition de loi relative à l'institution d'offices départementaux et de bureaux paritaires de placement, présentée par M. P. Strauss et ses collègues (Sénat, 8 juin 1916). — Proposition de loi, adoptée par le Sénat, relative à l'organisation de l'enseignement technique, industriel et commercial, transmise à la Chambre des députés (Chambre des députés, 7 juillet 1916). — Avis présenté au nom de la Commission de législation civile et criminelle sur la proposition de loi de M. Failliot relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre, par M. Henry Lémery (Chambre des députés, 14 juin 1916). — Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur le projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement et portant que l'effet sera payable au débit de son compte, soit à la Banque de France, soit dans une Chambre de compensation, par M. A. Grodet (Chambre des députés, 30 juin 1916). — Rapport fait au nom de la Commission des Postes et Télégraphes chargée d'examiner la proposition de loi de M. Amiard tendant à instituer la création d'un service de chèques postaux par M. Amiard (Chambre des députés, 30 juin 1916). — Rapport fait au nom de la Commission de l'Armée chargée d'examiner la proposition de loi adoptée par la Chambre des députés, tendant à l'obligation de la rééducation professionnelle des blessés et des mutilés de la guerre appelés à bénéficier de la loi sur les pensions militaires, par M. P. Strauss (Sénat, 4 juillet 1913). — Proposition de loi tendant à la résolution facultative pour les communes des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice, présentée par MM. Delarouc et Viollette (Chambre des députés, 7 juillet 1916). — Projet de loi portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914, sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés (Chambre des députés, 11 juillet 1916).

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 12 h 15 m.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

VINGTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation et Réglementation. — Décret du 23 septembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 255. — Décret du 28 septembre 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers, p. 255.

Chronique financière et commerciale. — Offres et demandes d'emplois, p. XXIX.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

VINGTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Extrait du compte rendu de l'Assemblée générale du 25 septembre 1916.

L'Assemblée générale du Syndicat s'est réunie le lundi 25 septembre 1916 au siège social du Syndicat, 27, rue Tronchet, à Paris, sous la présidence de M. Paul Bizet, président du Syndicat.

Sur 312 usines, desservant 16754361 lampes de 10 bougies, 59 sont représentées ayant en service 9305562 lampes de 10 bougies.

L'Assemblée désigne MM. Bonvallet et Péridier comme assesseurs. Le Bureau nomme M. Fontaine secrétaire.

M. Bizet, en ouvrant la séance, fait ressortir les difficultés rencontrées par le Syndicat par suite de l'état de guerre et les services qu'il a pu rendre à ses adhérents, notamment au point de vue des mises en sursis du personnel indispensable et des approvisionnements de combustible pour lesquels a été constitué un Office syndical de charbon dirigé par MM. Javal et Bobel.

Envisageant dès maintenant le programme d'avenir, il signale la nécessité d'étudier le règlement des échanges internationaux d'énergie qui se réalisaient avant la guerre au détriment de notre industrie; il indique les espoirs que l'on peut fonder sur la création de la *Revue Générale de l'Électricité* dont la constitution est maintenant assurée.

Il prévoit enfin une réorganisation intérieure du Syndicat dans le sens d'un renforcement de ses organismes et d'une modification statutaire pour le mettre en rapport avec le développement de notre industrie et les desiderata de ses adhérents.

Le renforcement des ressources budgétaires du Syndicat est dès maintenant assuré grâce à l'accueil bienveillant fait par les distributions d'électricité aux demandes qui leur ont été adressées à ce sujet.

En terminant, M. le Président envoie un souvenir ému à ceux qui sont tombés au champ d'honneur, et la gratitude et l'admiration de tous pour ceux qui défendent aujourd'hui la Patrie.

M. le Secrétaire général donne lecture du compte rendu des travaux de la Chambre syndicale pendant l'exercice 1915.

Il rappelle que le Syndicat comprend 885 membres et 312 usines desservant 16754361 lampes de 10 bougies.

La plupart des membres des Commisssions étant mobilisés, celles-ci n'ont pu être réunies depuis le début des hostilités.

Le Comité consultatif a repris ses travaux et a donné son avis sur de nombreuses questions concernant notamment : l'interprétation de cahiers des charges, la réduction et la suppression de l'éclairage public, l'augmentation des tarifs de vente du courant électrique, les dommages de guerre, les modifications de traités, les frais de contrôle, les dégâts aux canalisations, l'élagage des arbres.

La Chambre syndicale a continué à fournir aux usines adhérentes tous renseignements utiles en vue de faciliter leur exploitation pendant la guerre.

Elle a envoyé à cet effet de nombreuses circulaires aux usines adhérentes se rapportant principalement au sursis d'appel du personnel des usines électriques, à l'augmentation des tarifs de vente du courant électrique, aux ingénieurs mobilisés, aux retraites ouvrières, aux accidents du travail, aux mutilés de la guerre, à l'emploi de la main-d'œuvre indigène, etc.

Le Syndicat a adressé à ses adhérents 20400 exemplaires de *La Revue électrique*.

Le service du placement a fonctionné comme au cours des précédents exercices.

Après lecture du rapport des trésoriers et vérificateurs, ces deux rapports ont été adoptés à l'unanimité.

Conformément à l'ordre du jour, M. le Président a demandé à l'assemblée de voter sur le renouvellement des membres de la Chambre syndicale sortants cette année.

MM. Bachelier, Baux, Brachet, Cahen, Legouëz, de Tavernier, Tricoche ont été réélus membres de la Chambre syndicale.

La Chambre syndicale a ratifié la nomination de MM. Mariage et Nivard.

MM. Schiltz et Rieunier ont été nommés vérificateurs des comptes pour l'exercice 1916.

L'Assemblée générale a décidé de s'en remettre au Bureau pour le choix du lieu de réunion de l'assemblée générale du Syndicat en 1917.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et Reglementation. — Décret du 23 septembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 255. — Décret du 28 septembre 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers, p. 255.

Chronique financière et commerciale. — Offres et demandes d'emplois, p. XXIX.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

Sur les coups de bélier; examen de l'état d'une conduite.

Dans les laboratoires d'hydraulique et dans l'industrie, il est nécessaire d'avoir affaire à des conduites bien définies, c'est-à-dire complètement purgées d'air ou contenant des poches d'air de volume connu, en des points déterminés. Dans une communication récente à l'Académie des Sciences, M. Charles CAMICHEL (1) indique brièvement quelques-uns des moyens qu'on peut employer pour déterminer l'état d'une conduite :

1° La méthode de la dépression brusque décrite antérieurement par lui (2) permet de déterminer la vitesse a de la propagation de l'onde. Si la valeur trouvée pour a concorde avec la formule de M. Allievi, la conduite peut être considérée comme entièrement purgée d'air.

On peut donner une explication simple des graphiques obtenus. Soient l la longueur de la conduite, y_0 la pression statique à l'extrémité aval de celle-ci, ε la vitesse de l'eau et y_1 la pression à l'extrémité de la conduite au moment du maximum de dépression (époque 0); y_2, y_3, y_4, ... désignant les valeurs de la pression aux époques

$$\frac{2l}{a},\quad 2\times\frac{2l}{a},\quad 3\times\frac{2l}{a},\quad \ldots,$$

on démontre qu'on a

$$y_1 = y_0 - \frac{a\varepsilon}{g},$$
$$y_2 = y_0 + \frac{2a\varepsilon}{g},$$
$$y_3 = y_0 - \frac{2a\varepsilon}{g},$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

La dépression revient donc à l'extrémité aval changée de signe et doublée.

2° Pour déterminer la position d'une poche d'air, il suffit d'utiliser la propriété suivante : la dépression provoquée à l'extrémité aval de la conduite, rencontrant une poche d'air, se réfléchit avec changement de signe sur celle-ci. Cette méthode permet de localiser avec précision les poches d'air. M. Joukowski a indiqué un procédé assez voisin de celui-ci.

3° L'emploi des fermetures complètes, de durée inférieure à $\frac{2l}{a}$, permet également de savoir si la conduite est complètement purgée; dans ce cas, la suppression doit être égale à $\frac{av_0}{g}$, v_0 désignant la vitesse de l'eau dans la conduite au moment de la fermeture.

D'ailleurs, le coup de bélier dû à une fermeture instantanée se transmet intégralement le long de la conduite tandis que la présence, à l'extrémité aval de la conduite, d'une poche d'air de volume suffisant pour que la compressibilité du liquide et la dilatation de l'enveloppe soient négligeables donne, comme M. Camichel l'a montré (1), une répartition linéaire du coup de bélier, le long de la conduite, pourvu que celui-ci soit faible vis-à-vis de y_0.

En raison de l'importance actuelle de cette remarque, M. Camichel cite un exemple : une conduite de 105,24 m de longueur, de 80 mm de diamètre et de 5 mm d'épaisseur (en fer) (cette épaisseur est constante sur toute la longueur de la conduite), était munie de deux manomètres, placés, l'un, A, au premier tiers amont, où la pression était 13,50 m d'eau; l'autre, B, à l'extrémité aval, où la pression était 16 m d'eau. Une fermeture brusque a provoqué, à l'extrémité aval, un coup de bélier de 21,60 m enregistré par le manomètre B; le manomètre A a indiqué un coup de bélier de 21,50 m.

Dans une autre expérience, la même conduite a été munie, à son extrémité aval, d'une poche d'air de 6600 cm³ mesurés à la pression de 750,2 mm et à 21° C.; une fermeture brusque a donné les coups de bélier suivants :

	m	m	m
Extrémité aval (manomètre B).....	+3,18	−2,33	+2,65
Premier tiers (amont, manomètre A).	+1,06	−0,73	+0,93
Rapport..........	3	3,18	2,86

On peut dire, par conséquent, que les fermetures instantanées dans une conduite entièrement purgée sont extrêmement dangereuses pour les portions supérieures de celle-ci; une poche d'air placée à l'extrémité aval a un rôle efficace pour leur protection.

4° La méthode de l'analyse d'une conduite par un robinet tournant, que l'auteur a antérieurement indiquée (2), permet de rechercher les différentes périodes d'une conduite; elle est utile dans les laboratoires, mais ne doit être employée dans l'industrie qu'avec la plus grande prudence, en raison des surpressions qu'elle peut donner.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 7 août 1916, p. 150-152.

(2) *La Revue électrique*, t. XXIV, 3 septembre 1915, p. 139.

(1) *La Revue électrique*, t. XXIV, p. 140.

(2) *La Revue électrique*, t. XXIV, 3 septembre 1915, p. 139.

COMMUTATRICES.

Pertes dans le cuivre induit des commutatrices et générateurs à double courant (3).

Dans tout conducteur de l'induit d'une commutatrice,

(3) L.-H.-A. CARR. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. LIV, p. 49-53, 1er décembre 1915.

le courant résultant est la somme de deux courants, un courant de forme sinusoïdale, l'autre étant constant pendant un demi-cycle et inversé à une valeur égale pendant l'autre demi-cycle.

Pour un conducteur placé à mi-chemin entre les points d'alimentation par le courant alternatif, et en supposant un facteur de puissance égal à l'unité, le courant continu s'inverse lorsque le courant alternatif passe par la valeur zéro.

Dans une commutatrice, le courant continu et le courant alternatif sont de sens opposés, puisque l'un tend à agir comme moteur, tandis que l'autre est engendré, de sorte que la valeur du courant à un moment quelconque pendant le demi-cycle peut être représentée par l'expression

$$(1)\qquad I_m \sin\theta - 1,$$

dans laquelle I_m est la valeur maximum du courant alternatif en fonction du courant continu.

La perte en chaleur dans le cuivre pour un temps infiniment petit $d\theta$ (mesuré en fonction de l'espace parcouru) est alors proportionnelle à

$$(I_m \sin\theta - 1)^2\, d\theta$$

et la perte totale en un demi cycle peut être obtenue en intégrant cette expression entre les limites $\theta - \pi$ et θ, on a alors

$$(2)\quad h = \int_{\theta-\pi}^{\theta} (I_m \sin\theta - 1)^2\, d\theta$$

$$= \int_{\theta-\pi}^{\theta} (I_m^2 \sin^2\theta - 2 I_m \sin\theta + 1)\, d\theta$$

$$= \left[I_m^2 \left(\frac{1}{2}\theta - \frac{1}{4}\sin 2\theta \right) + 2 I_m \cos\theta + \theta \right]_{\theta-\pi}^{\theta}$$

$$= I_m^2 \left[\frac{\theta - (\theta - \pi)}{2} - \frac{1}{4}\sin 2\theta - \sin(2\theta - 2\pi) \right]$$

$$+ 2 I_m [\cos\theta - \cos(\theta - \pi) + \theta - (\theta - \pi)]$$

$$= I_m^2 \frac{\pi}{2} + 4 I_m \cos\theta + \pi$$

$$= \pi \left(\frac{I_m^2}{2} + 1 \right) + 4 I_m \cos\theta,$$

expression dans laquelle h est la perte totale par demi-cycle pour le conducteur considéré; dans le cas considéré, θ est égal à π, mais pour les applications ultérieures, il était préférable de conserver une forme indéterminée.

Considérons maintenant d'autres portions de l'induit. Le courant peut être représenté par l'expression

$$(I_m \sin\theta - 1)$$

pendant le demi-cycle entre deux inversions du courant continu, mais ces inversions ne se produisent plus lorsque le courant alternatif passe par zéro, les limites de l'intégration ne peuvent plus être 0 et π.

Si la commutatrice a n points d'alimentation, l'enroulement (pour deux pôles) est divisé en n sections, chacune sous-tendant un angle $\frac{2\pi}{n}$ de l'armature.

L'extrémité d'une telle section de l'enroulement arrive sous le balai quand elle a une phase $\left(-\frac{\pi}{n}\right)$ et une phase $\left(\pi - \frac{\pi}{n}\right)$, ces valeurs sont alors les limites de l'intégration pour cet élément de l'enroulement, et $\theta = \pi - \frac{\pi}{n}$. Similairement, l'autre extrémité de l'enroulement donne $\theta = \pi + \frac{\pi}{n}$ comme limite et la valeur de θ varie uniformément entre ces deux valeurs pour la section de l'enroulement entre deux bagues.

Si le courant alternatif est décalé en arrière d'un angle Φ, les valeurs de θ deviennent $(\pi - \Phi) - \frac{\pi}{n}$ et $(\pi - \Phi) + \frac{\pi}{n}$ pour la section entre deux bagues.

Considérons maintenant, comme base de comparaison, l'effet du courant continu seul.

La sommation de l'expression

$$(\text{courant})^2\, d\theta$$

sur un demi-cycle, ou sous un angle π, est égale à π, le courant continu étant égal à 1, correspondant à une puissance 2 aux bornes.

De ce qui précède, l'échauffement d'une partie quelconque de l'armature peut être comparé avec celui dû au courant continu seul.

L'échauffement du cuivre sur un petit élément de l'armature sous-tendant un angle $d\theta$ est

$$h\, d\theta = \left[\pi \left(\frac{1}{2} I_m^2 + 1 \right) + 4 I_m \cos\theta \right] d\theta,$$

l'échauffement total d'une section de l'armature entre les bagues est alors la sommation de la valeur ci-dessus entre les limites

$$(\pi - \Phi) - \frac{\pi}{n} \quad \text{que nous appellerons } \alpha$$

et

$$(\pi - \Phi) + \frac{\pi}{n} \quad \text{que nous appellerons } \beta.$$

Puisqu'il y a n sections sur l'armature, la perte totale dans cette dernière, que nous appellerons H pourra être écrite

$$(3)\quad H = n \int_{\alpha}^{\beta} \left[\pi \left(\frac{1}{2} I_m^2 + 1 \right) + 4 I_m \cos\theta \right] d\theta$$

$$= n \left[\pi\theta \left(\frac{1}{2} I_m^2 + 1 \right) + 4 I_m \sin\theta \right]_{\alpha}^{\beta}$$

$$= n \left[\pi(\beta - \alpha) \left(\frac{1}{2} I_m^2 + 1 \right) + 4 I_m (\sin\beta - \sin\alpha) \right].$$

Cette expression peut être simplifiée si l'on observe que

$$n(\beta - \alpha) = n \left\{ \left[(\pi - \Phi) + \frac{\pi}{n} \right] - \left[(\pi - \Phi) - \frac{\pi}{n} \right] \right\} = 2\pi$$

et

$$\sin\beta - \sin\alpha = \sin\left[(\pi - \Phi) + \frac{\pi}{n}\right] - \sin\left[(\pi - \Phi) - \frac{\pi}{n}\right]$$
$$= 2\cos(\pi - \Phi)\sin\frac{\pi}{n}$$
$$= -2\cos\Phi\sin\frac{\pi}{n},$$

et l'expression (3) devient

$$(4) \qquad H = 2\pi^2\left(\frac{1}{2}I_m^2 + 1\right) - 8I_m n\cos\Phi\sin\frac{\pi}{n}.$$

La perte correspondante dans l'induit d'une machine à courant continu serait $2\pi^2$; divisant la valeur de H donnée par (4) par $2\pi^2$ et remplaçant I_m par $\sqrt{2}\,I$, I étant la valeur du courant alternatif, l'équation (4) devient

$$(5) \qquad W = \frac{H}{2\pi^2} = (I^2 + 1) - 0{,}573\,In\cos\Phi\sin\frac{\pi}{n}.$$

Dans l'expression (5) le courant I est le courant alternatif dans *l'enroulement* et non dans les conducteurs d'alimentation et W est le nombre de watts qui seraient perdus en chaleur si la machine fonctionnait en génératrice avec le même courant du côté courant continu, le nombre de bagues étant n.

Nous devons noter que $\cos\Phi$ est la seule forme dans laquelle l'angle Φ entre dans l'équation et puisque $\cos\Phi = \cos(-\Phi)$, il est indifférent que le courant soit décalé en avant ou en arrière.

En outre, le signe négatif indique que les deux courants circulent en sens opposés; si ces courants circulaient dans la même direction, comme dans le cas d'un générateur à double courant, le signe serait changé, ou la valeur de Φ serait considérée comme ayant augmenté de π, ce qui donnerait le même résultat.

Pour une telle machine on aurait

$$(6) \qquad W = (I^2 + 1) + 0{,}573\,nI\cos\Phi\sin\frac{\pi}{n},$$

expression dans laquelle I est le courant alternatif dans l'enroulement induit et W est le nombre de watts dissipés en fonction des watts perdus lorsque le courant continu circule seul.

Inversement, pour des valeurs données de I, n, Φ, la puissance disponible avec la même perte dans l'armature est $\sqrt{\frac{1}{W}}$ fois la puissance de la même machine fonctionnant comme génératrice à courant continu, les deux puissances étant mesurées du côté continu.

La tension maximum du côté alternatif d'une commutatrice est

$$E\sin\frac{\pi}{n},$$

E étant la tension du côté continu. Il en résulte que la tension efficace du courant alternatif est

$$0{,}707\,E\sin\frac{\pi}{n};$$

le rendement étant égal à 1, l'énergie du côté alternatif est

$$= nI \times \text{tension alternative} \times \cos\Phi,$$

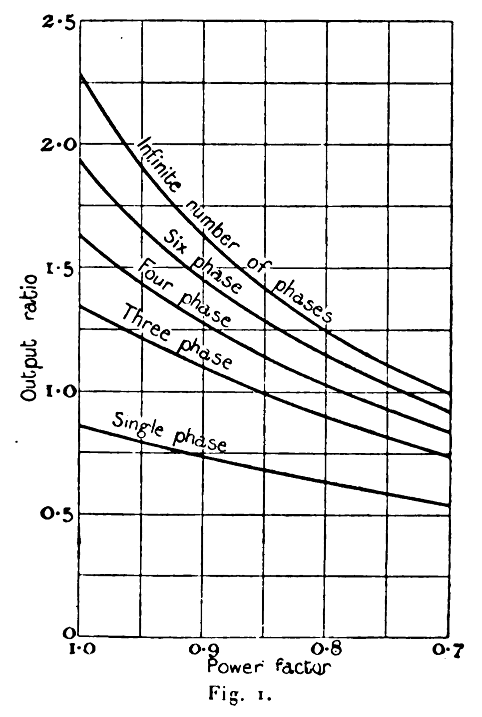


Fig. 1.

et l'énergie côté continu

$$= 2E \times \text{courant continu},$$

les courants étant mesurés dans les enroulements.

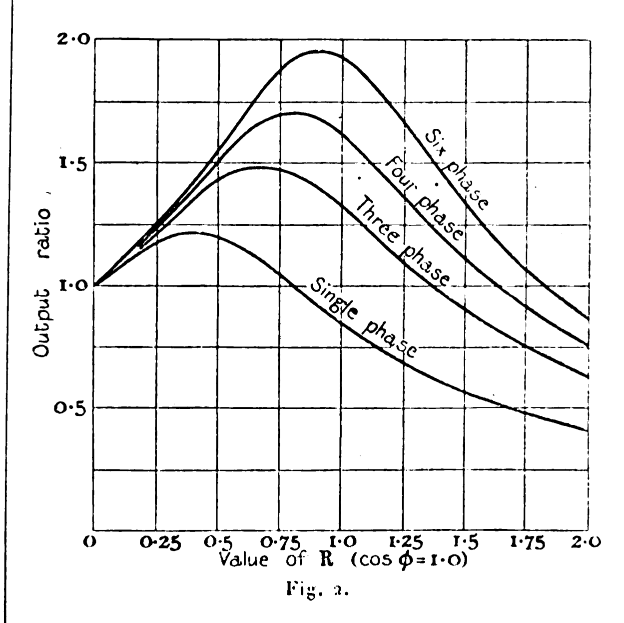


Fig. 2.

Le courant I de l'équation (5) est donc, en fonction

du courant continu,

$$(7)\qquad I = \frac{2E}{n \times 0{,}707\, E \sin\frac{\pi}{n} \cos\Phi} = \frac{2{,}828}{n \cos\Phi \sin\frac{\pi}{n}};$$

mettant cette valeur de I dans l'équation (5) on obtient

$$(8)\qquad W = \left(\frac{2{,}828}{n \cos\Phi \sin\frac{\pi}{n}}\right)^2 + 1 - 1{,}62$$

$$= \left(\frac{2{,}828}{n \cos\Phi \sin\frac{\pi}{n}}\right)^2 - 0{,}62.$$

Si dans cette expression nous faisons $n = 2, 3, 4, 6$, nous obtiendrons

$$(9a)\qquad W = \frac{2}{\cos^2\Phi} - 0{,}62 \qquad \text{(monophasé)},$$

$$(9b)\qquad W = \frac{1{,}185}{\cos^2\Phi} - 0{,}62 \qquad \text{(triphasé)},$$

$$(9c)\qquad W = \frac{1}{\cos^2\Phi} - 0{,}62 \qquad \text{(tétraphasé)},$$

$$(9d)\qquad W = \frac{0{,}888}{\cos^2\Phi} - 0{,}62 \qquad \text{(hexaphasé)}.$$

Pour un nombre de phases infini, $\frac{\pi}{n}$ est infiniment petit et

$$\sin\frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{n}, \qquad n \sin\frac{\pi}{n} = \pi$$

et

$$(9e)\qquad W = \frac{0{,}81}{\cos^2\Phi} - 0{,}62.$$

Les expressions ci-dessus sont exactes lorsque le rendement est égal à l'unité, mais dans certains cas, la commutatrice doit en outre exécuter un certain travail mécanique et il est nécessaire de tenir compte de cette circonstance.

La figure 1 donne les puissances qu'il est possible d'obtenir d'une commutatrice par rapport à celles de la même machine fonctionnant comme génératrice à courant continu, la perte dans le cuivre étant la même dans les deux cas.

Dans le cas où la commutatrice exécute un certain travail mécanique, on peut utiliser l'équation (5), et si R désigne le rapport entre le courant aux bagues et celui qui serait nécessaire si le rendement était égal à l'unité, les équations (9) deviennent

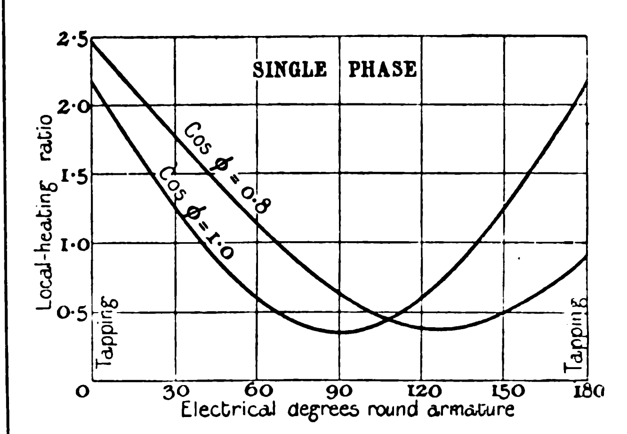
$$(10a)\qquad W = \frac{2R^2}{\cos^2\Phi} + 1 - 1{,}62R \qquad \text{(monophasé)},$$

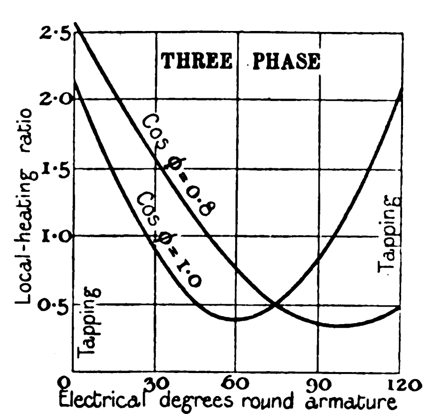
$$(10b)\qquad W = \frac{1{,}185R^2}{\cos^2\Phi} + 1 - 1{,}62R \qquad \text{(triphasé)},$$

$$(10c)\qquad W = \frac{R^2}{\cos^2\Phi} + 1 - 1{,}62R \qquad \text{(tétraphasé)},$$

$$(10d)\qquad W = \frac{0{,}888R^2}{\cos^2\Phi} + 1 - 1{,}62R \qquad \text{(hexaphasé)}.$$

Les courbes des valeurs de $\sqrt{\frac{1}{W}}$ sont données par la figure 2, le cas de $R = 1$ suppose le rendement égal à l'unité, ces courbes montrent la correction à appliquer si la machine fonctionne en même temps comme moteur





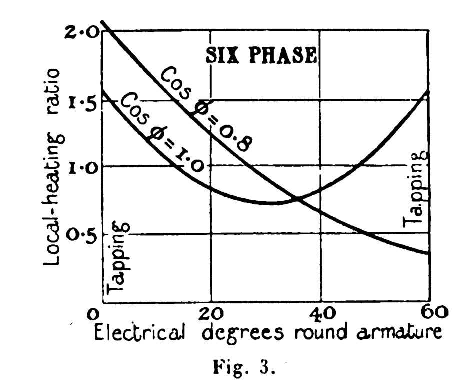


Fig. 3.

alternatif (R plus grand que l'unité) ou comme moteur à courant continu (R plus petit que l'unité).

De l'examen de ces courbes on peut conclure qu'il est avantageux, au point de vue de l'utilisation de la machine, de tenir le courant alternatif moindre que le simple rapport de transformation. Ainsi si la machine possède un

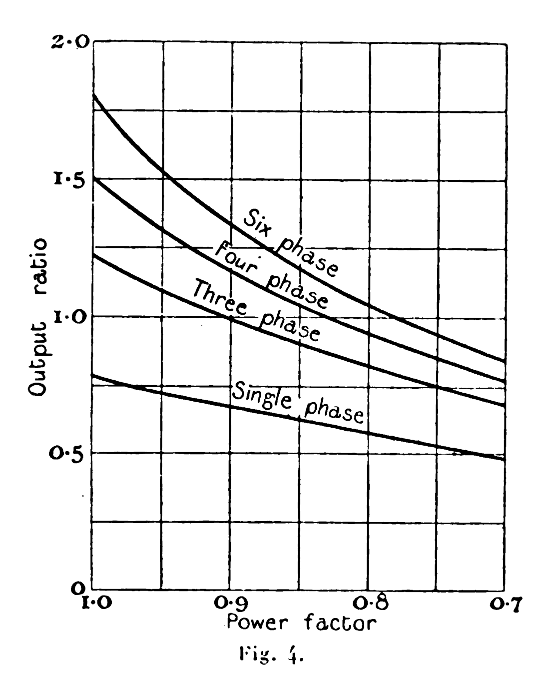


Fig. 4.

survolteur-dévolteur du côté alternatif en série avec l'induit, il est avantageux de faire fonctionner ce dernier comme dévolteur ou plus exactement comme moteur.

La distribution locale de l'échauffement autour de l'induit, entre les connexions, peut être calculée à l'aide de l'équation (2), θ étant prise entre les limites

$$(\pi - \Phi) - \frac{\pi}{n}$$

et

$$(\pi - \Phi) + \frac{\pi}{n};$$

la figure 3 donne les courbes de ces échauffements en supposant le rendement égal à l'unité.

La marge permise pour la détermination de la puissance des commutatrices dépend naturellement du rapport entre les pertes dans le fer et celles dans le cuivre; elle doit être déterminée par l'ingénieur qui fait le projet, cependant il est possible d'employer pratiquement les courbes de la figure 4 pour l'établissement desquelles on a pris $R = 1,05$ et en outre une marge de 5 pour 100 pour tenir compte de l'inégale répartition de la perte dans l'enroulement. E. B.

La production économique de l'énergie électrique et sa distribution générale (*Elektro industrie*, 15 juillet 1916). — Dans cet article se trouvent résumées deux conférences, l'une faite par H. Wagner, directeur des services électriques du canton de Zurich et ayant pour titre : *Les dispositions techniques et économiques à prendre pour l'utilisation rationnelle des forces hydrauliques suisses, au mieux des intérêts généraux*, l'autre faite par le professeur Klingenberg, de Berlin, à la Société des Electriciens allemands, ayant pour titre : *La distribution de l'électricité sur une grande échelle avec le contrôle de l'Etat*. Les deux conférenciers sont d'accord sur la nécessité de créer des usines génératrices hydrauliques ou thermiques aussi puissantes que possible, desservant de vastes régions, se prêtant un mutuel concours et dépendant de l'Etat. Mais ils diffèrent d'opinion sur le degré d'ingérence de l'Etat. Tandis que le conférencier suisse préconise la création de syndicats d'industriels à qui les concessions seraient accordées avec faculté de reprise par l'Etat de l'ensemble de la production et de la distribution à haute tension, le conférencier allemand estime que « l'installation de grandes usines ne peut être réalisée dans les conditions actuelles que par l'Etat, qui seul peut résoudre les difficultés qui se présenteront »; il convient toutefois qu'il n'est pas désirable que l'Etat se charge de la distribution : elle doit rester entre les mains de ceux qui s'en occupent actuellement.

Les forces hydrauliques de l'Amérique (*Génie civil*, 16 septembre 1916, p. 190). — D'après une conférence faite par M. Deutsch au Congrès scientifique panaméricain et résumée dans *Electrical Review* du 5 mai, les principales chutes de l'Amérique sont : 1° Niagara, débit de 6300 m³ : sec, hauteur 66 m, puissance moyenne 5 700 000 ch dont 450 000 sont utilisés; 2° Iguazu, dans la partie supérieure de la rivière Parana à la limite de la République argentine, du Chili et du Brésil, dont les caractéristiques sont 790 000 m³ : min et 64 m; 3° La Guayra, à 60 km en amont de la jonction de l'Iguazu et du Parana, d'un débit de 360 000 m³ : min et une hauteur de 64 m; 4° Nacunday, également dans l'Amérique du Sud; 5° Big Creek, aux Etats-Unis, dont la puissance utilisée, actuellement de 80 000 ch, sera portée à 400 000 ch; 4° Coosa River, dont l'usine développera 400 000 ch quand elle sera complètement aménagée; 7° Keokuk, dans Iowa, dont l'usine contiendra 30 turbines de 10 000 ch; 8° Pett River, où l'on construit l'une des plus grandes usines des Etats-Unis; 9° Pirahy, au Brésil, dont 90 000 ch sont utilisés; 10° Sao Paulo, dont l'usine, d'une puissance actuelle de 40 000 ch, développera bientôt 67 000 ch.

Houille blanche et houille noire; Max Du Bois (*Lumière électrique*, 5 août 1916, p. 121-123). — Sous ce titre général, l'auteur reprend une question déjà étudiée par lui et signalée ici (*Litt. des Périodiques*, t. XXV, 16 mai 1916, p. 62) : la meilleure utilisation d'une usine hydraulique à laquelle est adjointe une usine à vapeur de secours. Pour la résoudre il établit les courbes donnant les dépenses annuelles totales en fonction de la puissance, d'une part pour une usine à vapeur, en second lieu pour une usine hydraulique, ce dernier cas comprenant deux variétés : celle où les dépenses d'installation sont sensiblement proportionnelles à la puissance et celle où, par suite de circonstances particulières, nécessité de la construction d'un grand barrage par exemple, les dépenses d'installation ne croissent guère avec la puissance. Au moyen de ces courbes il déduit la courbe des dépenses totales annuelles en fonction de la puissance pour la combinaison d'une usine hydraulique et d'une usine à vapeur de secours. Se plaçant dans le cas où l'usine hydraulique n'a pas exigé d'installations exceptionnelles, dispose d'une puissance maximum de 20 000 kw et exige une ligne de 50 km pour amener au lieu d'utilisation l'énergie qu'elle produit, il trouve que tant que la puissance utilisée ne dépasse pas 10 000 kw, le prix de revient du kilowatt-an diminue à mesure que la puissance augmente, mais qu'il croît brusquement à 10 000 kw par suite de la mise en marche de l'usine à vapeur et continue à croître. Dans l'hypothèse où les dépenses d'établissement des installations hydrauliques sont considérables, il trouve des résultats différents : le prix de revient diminue encore jusqu'à 10 000 kw, valeur pour laquelle il subit une brusque élévation suivie d'une diminution progressive, puis d'une augmentation. Dans cette dernière hypothèse, le prix de revient minimum correspond à 16 000 kw, alors que dans la première il correspond

à 10 000 kw. — En comparant les courbes de la combinaison d'une usine à vapeur et d'une usine hydraulique à celle d'une usine à vapeur assurant seule le service, M. Du Bois constate que dans la première hypothèse l'emploi combiné des usines est toujours plus économique que l'emploi exclusif d'une usine thermique, quelle que soit la puissance utilisée; mais que dans la seconde hypothèse l'emploi de deux usines n'est avantageux que quand la puissance utilisée est comprise entre 6000 kw et 22 000 kw; pour une puissance inférieure à 6000 kw ou supérieure à 22 000 kw, mieux vaut ne pas construire l'usine hydraulique.

Chaudière Bettington à chauffage par charbon en poudre (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 568-569). — Cette chaudière, due au lieutenant de la marine anglaise Bettington, est en fonction depuis plusieurs années à l'usine d'électricité de Johannesburg. Elle peut fournir 15 500 kg à l'heure de vapeur à la pression de 12,5 kg : cm² et surchauffée de 65° C. Elle est constituée par une série de tubes verticaux disposés suivant une couronne annulaire; leurs extrémités inférieures sont réunies par une couronne, tandis que leurs extrémités supérieures aboutissent dans un corps cylindrique à axe vertical bouchant le haut de l'espace cylindrique limité par les tubes. Entre les tubes de la rangée intérieure se trouve une garniture de briques réfractaires; la rangée extérieure des tubes est entourée d'une chemise en maçonnerie. Le mélange d'air et de charbon pulvérisé est envoyé par un ventilateur de 100 ch dans un ajutage vertical placé au bas et suivant l'axe de la chaudière; la flamme monte verticalement, vient frapper le fond du corps cylindrique supérieur, redescend le long des tubes de la rangée interne, remonte le long des tubes externes (contre lesquels se trouvent les tubes des surchauffeurs), traverse un réchauffeur de l'eau d'alimentation et enfin se rend à la cheminée dans laquelle est disposé un système de tubes où est échauffé l'air qu'aspire le ventilateur. Quand la chaudière est encore chaude, le mélange s'enflamme dès qu'il sort de la tuyère; quand la chaudière est froide, l'inflammation est produite par un bec Bunsen. — Malgré l'énergie dépensée pour le fonctionnement du ventilateur, le rendement de cette chaudière est aussi bon que celui des meilleures chaudières du type ordinaire. D'après les prévisions et les garanties, ce rendement devait atteindre 85 pour 100. Mais dans les conditions où elle était primitivement installée, la chaudière ne pouvait parvenir à la production horaire garantie. On dut modifier l'installation, déplacer le réchauffeur d'air qui diminuait trop le tirage, augmenter la hauteur de la cheminée de 18 m à 26 m, employer le tirage forcé. A la suite de ces modifications on parvint à faire donner à la chaudière les 15 500 kg de vapeur par heure, mais au détriment du rendement qui n'est plus que de 75 pour 100. Ce dernier chiffre, qui paraît d'ailleurs pouvoir être relevé maintenant que les conditions du fonctionnement optimum sont mieux connues, est déjà élevé pour une chaudière à grande production horaire. Aussi ce type de chaudières paraît-il appelé à rendre des services dans les usines d'électricité, surtout au moment des pointes de charge.

Détérioration des tubes de chaudière en acier à faible teneur en carbone; White (*Génie civil*, 19 août 1916, p. 127). — Cette note analyse un mémoire présenté à la Société américaine pour les Essais de matériaux, à la réunion d'Atlantic City et publié par *Iron Age* du 6 juillet. — Dans une usine de Détroit (États-Unis), on constata récemment des craquelures qui se déclaraient dans les tubes de chaudières. Ces défauts se manifestaient surtout dans les rangées de tubes directement exposées à la flamme et paraissaient dus à une sorte de cristallisation du métal. — La composition chimique de l'acier employé est la suivante : carbone, 0,113; manganèse, 0,479; phosphore, 0,023; soufre, 0,035; silicium, 0,023 pour 100. — Quand ces chaudières sont maintenues longtemps sous pression et qu'on laisse se former dans les tubes un léger dépôt de tartre, on constate la production de grains cristallisés dans les aciers à basse teneur en carbone. Mais si cette teneur est plus élevée et que l'acier ait été recuit, cette cristallisation ne se produit pas. Afin de déterminer l'influence de cet état cristallin sur la résistance des tubes, on a opéré sur trois échantillons différents : le premier en acier non recuit, le second recuit pendant 10 minutes à la température de 950° C et le troisième pendant 3 heures à 800° C. — Il résulte de ces essais que la ductilité du métal des tubes est peu affectée par la grosseur des grains, mais que sa résistance à la rupture est de 16,43 pour 100 plus faible que celle des aciers non recuits et 77,75 pour 100 plus faible que celle des aciers recuits. — L'article développe ensuite les relations qui existent entre la teneur en carbone, la durée de la chauffe, l'élévation de la température et le plus ou moins de dépôt de tartre.

La prévention de la corrosion des condenseurs; J.-F. Peter (*Electrical Review*, 25 avril 1916, p. 203-204). — Nous avons déjà signalé le procédé Cumberland destiné à empêcher la corrosion électrolytique des condenseurs et des chaudières. Dans une communication récente à l'Institute of Marine Engineers, M. Peter a fait une communication sur cette question et c'est cette communication qui est analysée dans l'article qui nous occupe. — L'auteur y rappelle d'abord la cause principale de la détérioration électrolytique des condenseurs et chaudières : le contact entre deux métaux de nature différente. Mais il n'est pas nécessaire qu'il y ait différence de nature chimique, par exemple qu'il y ait en contact du cuivre et du fer, car l'expérience a montré qu'un même métal peut donner lieu à un couple voltaïque si certaines de ses parties ont été soumises à un traitement thermique ou mécanique différent de celui auquel ont été soumises ses autres parties; or ce cas se présente toujours dans les chaudières et condenseurs, soit du fait même de leur construction, soit du fait de leur fonctionnement qui donne lieu, par suite des dilatations, à des efforts réitérés sur certaines pièces. D'autre part il faut encore tenir compte de ce que les métaux industriels ne sont ni purs, ni homogènes; ils renferment donc des métaux étrangers ou des régions à structure physique différente du reste de l'ensemble qui donnent lieu à des couples voltaïques locaux. — Une autre cause de corrosion provient des courants thermoélectriques qui se développent entre les parties de l'appareil à températures inégales. — On sait que le procédé Cumberland consiste à reporter l'attaque électrolytique sur des électrodes en fer placées à l'intérieur de la chaudière ou du condenseur en portant ces électrodes à un potentiel plus élevé que l'appareil au moyen d'une source électromotrice extérieure. L'auteur donne la description de ces électrodes, de leur montage, du groupe électrogène fournissant la force électromotrice de 8 à 10 volts nécessaire, etc.

L'usine hydro-électrique de Hales Bar de la Chattanooga and Tennessee River Power Co; Philipp Torchio (*General Electric Review*, avril 1916, p. 685-692). — Cette usine située sur le Tennessee, à environ 51 km de Chattanooga, est une des plus importantes de la région méridionale. Elle renferme 10 groupes électrogènes d'une puissance normale de 3133 kw, pouvant atteindre en surcharge 4500 kw; les turbines sont triples, c'est-à-dire formées de trois turbines superposées, dont deux sont généralement utilisées, la troisième ne servant qu'en hautes eaux; les génératrices fournissent des courants triphasés, 60 p : sec, 6600 volts. Trois nouveaux groupes, à turbines simples, d'une puissance individuelle de 3750 kv-a, sont en montage. Dans le projet primitif la transmission devait se faire à 44 000 volts, mais en cours d'exécution on décida de la porter à 120 000 volts; la construction des transformateurs fut modifiée en conséquence. L'article, illustré de 7 figures, donne la description du matériel générateur, puis donne quelques renseignements sur les résultats d'exploitation qui sont financièrement excellents en raison du développement industriel dans la région.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

LIGNES DE TRANSMISSION.

Résultats d'expérience sur la mise à la terre du point neutre dans les lignes de transmission à haute tension [1].

Le Comité de la Transmission (création de l'American Institute of Electrical Engineers) a envoyé un questionnaire sur ce sujet à un grand nombre de Compagnies de distribution d'énergie; il publie les plus importantes réponses reçues et les commente ensuite.

De la Pennsylvania Water and Power Company. — Cette Compagnie exploite une usine hydro-électrique située à Holtwood (Pennsylvanie). Puissance génératrice actuelle : 83 500 kw; courant triphasé, 25 p : s, 11 000 volts. On élève la tension à 70 000 volts au moyen de transformateurs triphasés qui sont montés en triangle du côté basse tension et en étoile du côté haute tension. La plus grande partie de cette puissance est transmise à Baltimore (Maryland) par trois lignes de 64 km à 70000 volts. A la station réceptrice de Baltimore, on abaisse la tension de 60 000 à 13 200 volts au moyen de transformateurs triphasés, montés en triangle du côté haute tension et en étoile du côté basse tension.

Cette puissance est alors distribuée par un réseau souterrain à 13 000 volts à un certain nombre de sous-stations situées dans Baltimore. Cette transmission a été inaugurée en 1910. Son point neutre est mis au sol à l'usine génératrice seulement. Les connexions au sol ont été débranchées pendant une partie de l'été 1911 pour l'essai de ce mode de montage, mais on ne s'est pas trouvé ainsi mieux à l'abri des perturbations atmosphériques, et d'autre part il a semblé que le maintien possible de la ligne en service, avec une phase accidentellement mise à la terre et sans qu'on sût l'emplacement ni la nature de cette terre, accroîtrait les dangers personnels et matériels le long de la ligne, et qu'en particulier les lignes téléphoniques voisines courraient des risques. Comme, dans le cas de courts circuits sur la ligne de transmission, il suffit d'un arc d'une durée très courte pour endommager gravement les conducteurs et isolateurs, en raison de la grande puissance qui alimente cet arc, et comme les plus nombreuses perturbations sont venues de courts circuits et non de terres uniques, on a préféré ne faire aucune différence entre ces deux cas, mais tâcher d'isoler immédiatement le circuit défectueux et de porter la tension sur un circuit de secours, que la perturbation soit un court circuit ou une terre sur une seule phase. On a cherché à régler les relais de façon à réduire autant que possible le nombre de secondes pendant lequel une ligne peut subir un court circuit.

La transmission de Baltimore, qui se compose de trois lignes en parallèle, est exploitée normalement de la manière suivante : certains groupes de transformateurs sont reliés à chaque ligne de façon que les lignes à haute tension soient entièrement indépendantes, tandis que les côtés basse tension des transformateurs sont tous reliés aux mêmes barres, quoique séparés jusqu'à un certain point par des bobines de réactance.

On met au sol deux transformateurs par ligne pendant la saison des orages. Le but de ce système est d'obtenir un courant plus intense dans la ligne où se produit la rupture d'isolement et d'actionner ainsi les relais spéciaux de l'extincteur d'arcs Nicholson qui est installé sur ces lignes. Les essais indiquent qu'il n'y a pas d'échange nuisible de courants quand les neutres de deux transformateurs en parallèle sont mis à la terre, même quand ces transformateurs sont de puissances différentes ou de constructeurs différents.

En dehors de la saison des orages, on ne met à la terre qu'un seul transformateur par ligne, pour faciliter les manœuvres.

Aujourd'hui les mises à la terre des transformateurs se font par l'intermédiaire de résistances métalliques; originellement, elles étaient directes. On a pensé que les courants de court circuit par la terre étaient ainsi trop intenses et que certains claquages de transformateurs pouvaient être dus à cette cause, aussi a-t-on intercalé une résistance entre le neutre du transformateur et la terre. Des essais et des calculs ultérieurs ont paru montrer que, même avec les bobines de réactance, le courant que recevrait un seul transformateur mis directement à la terre pourrait être dangereux, mais qu'il n'en serait pas ainsi si plusieurs transformateurs de la même batterie et surtout si tous les transformateurs étaient mis au sol directement. Cependant ce dernier montage n'a pas été essayé sur les lignes de transmission.

Sur le réseau souterrain à 13 000 volts de Baltimore, on a adopté la mise au sol directe de tous les transformateurs depuis un an et demi, sans inconvénient apparent. Voici pourquoi ce système a été adopté au lieu du précédent (qui consiste à mettre au sol un seul transformateur par l'intermédiaire d'une résistance) : on voulait être sûr d'avoir un courant à la terre assez intense pour actionner les relais, qui, dans le but d'obtenir une action sélective entre les relais des diverses sous-stations, sont réglés pour une intensité assez forte. On n'a jamais essayé d'exploiter le réseau souterrain sans aucune terre, mais ce système n'aurait guère d'avantages, car la plupart des défauts des câbles sont des courts circuits entre conducteurs et non à la terre.

Comme résistances dans la connexion à la terre, on emploie des grilles de fonte. Quant aux prises de terre, elles sont de différents types : plaques de cuivre enterrées

---

[1] Percy H. Thomas, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 30 juin 1916 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXXV, juin 1916, p. 901-929).

dans la vase du bief d'amont; tuyaux de fer galvanisé, au nombre de 24, enfouis dans la terre humide près du premier pylône de la ligne de transmission; grosses pièces de fonte immergées dans le canal de fuite. De plus on s'est efforcé de relier aux prises de terre toutes les parties métalliques de l'usine et surtout celles qui sont en contact immédiat avec l'eau de la rivière, comme les grilles d'entrée. Les terres de l'usine génératrice sont de plus reliées aux fils de terre aériens des lignes de transmission.

Des mesures effectuées sur toutes les terres de l'usine reliées en parallèle et un système de terres analogue à la sous-station, éloignée de 64 km, ont indiqué une résistance combinée d'environ 2 ohms, sans qu'on puisse départager cette résistance entre l'usine et la sous-station.

On emploie de la façon suivante le courant dans le neutre pour assurer l'action sélective des relais :

Un ou deux des transformateurs de chaque groupe alimentant une ligne de transmission ont leur point neutre mis à la terre à l'usine génératrice. Le courant à la terre venant d'un circuit de transmission passera donc dans la connexion au sol du neutre de ce circuit, et ce courant agit par l'intermédiaire d'un transformateur d'intensité sur un relais qui coupe les disjoncteurs à basse tension des transformateurs qui alimentent à l'usine génératrice ce circuit particulier. Ce système a toujours donné satisfaction comme action sélective sur les terres et paraît être un des plus grands avantages de l'exploitation avec mise à la terre. Ce fonctionnement du relais est tout à fait distinct de celui de l'extincteur d'arcs Nicholson, car celui-ci exige un fort courant à la terre pour la mise en action de son relais, ce qui n'est pas le cas pour le précédent.

Le courant qui passe quand une terre accidentelle se produit sur la ligne a naturellement une intensité très variable, qui dépend :

1° De la nature de la terre, qui peut comprendre ou non une certaine résistance ohmique; mais si même on ne considère que les terres franches, l'intensité variera avec l'impédance totale du circuit et dépendra par suite :

2° De la résistance du rhéostat intercalé dans le neutre du transformateur;

3° Du nombre de transformateurs mis à la terre;

4° De la puissance génératrice à ce moment;

5° De l'emplacement de la terre (près de la sous-station ou près de l'usine génératrice);

6° Le courant à la terre variera en outre avec le temps; il sera plus intense pendant les quelques premières périodes et diminuera ensuite, en raison de la démagnétisation des alternateurs et de l'échauffement des rhéostats neutres.

Voici quelques résultats de calculs tirés d'oscillographies :

Intensité initiale en cas de mise à la terre d'une phase.

Nombre d'alternateurs en service.	Nombre de transformateurs mis à la terre.	Emplacement de la terre.	Courant à la terre initial en ampères.	Résistance de chaque rhéostat neutre en ohms.
3	2	A l'usine	655	58,4
3	2	A la sous-station	430	58,4
3	1	A l'usine	380	58,4
3	1	A la sous-station	290	58,4

Voici le résultat d'exploitation pour 1915 en ce qui concerne les terres uniques, non celles qui accompagnent des courts circuits. Elles ont été éliminées dans tous les cas sans gêner l'exploitation et aucune n'a duré plus de quatre secondes. Dans un seul cas, on a perdu une petite partie de la charge et pour quelques minutes seulement.

Nombre des terres sur une seule phase; leurs causes et leurs modes d'élimination.

	Éliminée				
	d'elle-même.	par l'extincteur d'arcs.	par le relais du neutre.	à la main.	Total.
Foudre	1	4	1	0	6
Verglas	0	0	0	0	0
Oiseaux	0	0	6	0	6
Rupture d'isolateur	0	0	0	0	0
Total ...	1	4	7	0	12

Nous préférons l'exploitation avec mise au sol parce qu'elle permet de mettre promptement hors service une ligne défectueuse; une courte période d'exploitation sans mise au sol n'a d'ailleurs pas paru diminuer les troubles causés par les arcs dus à la foudre. En résumé, la marche avec mise du neutre au sol facilite l'action de certains relais protecteurs, tandis que les avantages qu'on pourrait retirer de la marche avec neutre isolé (innocuité des arcs passagers entre ligne et terre, possibilité de marcher pendant quelque temps avec un conducteur à la terre) n'ont pas paru intéressants en pratique.

La mise à la terre du neutre à l'usine génératrice seule n'influence aucunement le téléphone en marche normale. Quand une terre se produit sur la ligne et qu'en conséquence le courant retourne par la terre à l'usine génératrice, les communications téléphoniques sont très gênées; mais, comme on l'a dit, cet état ne dure que quelques secondes.

En dehors de la saison des orages, les terres sur la haute tension et les courts circuits sont les uns et les autres éliminés par les relais à maximum et les relais des connexions au sol à l'usine génératrice, et par les relais à retour de courant à la sous-station. Pendant la saison des orages, on met en service l'extincteur d'arcs Nicholson et c'est à lui qu'on donne la première chance d'éteindre les arcs sur la ligne. Au cas où ni cet appareil ni le relais qu'on a décrit ne réussissent à éliminer la perturbation, le champ de tous les alternateurs de l'usine génératrice est automatiquement annulé puis rétabli après 1.5 seconde.

Le courant qui circule normalement dans la connexion du neutre au sol est de moins d'un ampère; on ne connaît pas sa fréquence.

De la Public Service Electric Company. — Nous distribuons l'énergie par courants triphasés à 13 200 volts, 60 p : s, avec le neutre isolé du sol. Nous avons installé sur le réseau un extincteur d'arcs à la terre; chaque fois qu'une terre se produit, cet appareil met franchement au sol la phase intéressée, ce qui donne le temps à l'homme de service de mettre une autre ligne (ou un autre câble) en parallèle et de débrancher la mauvaise.

Il ne nous paraît pas avantageux de mettre à la terre le neutre d'une ligne de transmission à moins que la tension ne soit assez élevée, par exemple 60 000 volts pour une ligne aérienne, 22 000 volts pour un réseau souterrain. Il n'y a pas en effet grande difficulté à isoler les lignes aériennes pour 60 000 volts et les câbles souterrains pour 22 000.

De la Pacific Light and Power Corporation. — Il a été possible, sur ce réseau, d'exploiter tantôt avec le neutre à la terre, tantôt avec le montage en triangle sans mise à la terre. Ce dernier système a donné de si mauvais résultats que nous avons conclu à la nécessité de la mise à la terre du neutre pour nos conditions d'exploitation. Les conditions déterminantes à ce point de vue paraissent être la longueur totale des lignes et la puissance des machines reliées au réseau.

Notre Compagnie fournit l'énergie pour tous les genres de charge sur son réseau et alimente deux grandes Compagnies de traction; la charge maxima fournie est de 76 000 kw aux usines génératrices. La ligne à 150 000 volts, longue de 386 km, qui part de l'usine hydro-électrique de Big Creek, est alimentée par des transformateurs montés en triangle-étoile, le neutre des enroulements à haute tension étant mis à la terre, et fournit l'énergie à des transformateurs montés en triangle-triangle à la station réceptrice. La moitié de ces transformateurs abaisseurs ont une tension secondaire de 15 000 volts et alimentent un réseau voisin de la station; les autres ont une tension secondaire de 60 000 volts et alimentent, par l'intermédiaire d'une seconde ligne de transmission, un autre réseau à 15 000 volts. Les transformateurs abaisseurs pour ce réseau, qui comprend des câbles souterrains, sont montés en triangle-triangle, de sorte qu'il n'y a pas de point neutre et par suite pas de mise à la terre; du moins il en fut ainsi pendant les premiers temps de l'exploitation. Aussi, chaque fois qu'une terre accidentelle se produisait sur un conducteur à 15 000 volts de ce réseau éloigné, le courant de capacité augmentait-il brusquement de façon à donner naissance à de fortes surtensions, qui causaient des claquages en trois ou quatre points à la fois du réseau. Depuis lors, on a installé une prise de terre au moyen d'un nouveau transformateur monté en étoile, et les surtensions ont disparu.

Nous sommes d'avis que les usines génératrices et autres sources d'alimentation doivent toujours être munies d'une connexion au sol sur le neutre et que le côté générateur doit être monté en triangle. Le montage triangle-triangle est préférable pour les stations réceptrices et distributrices.

L'intercalation d'une résistance dans la prise de terre ne nous a pas paru avantageuse. La difficulté de réaliser une bonne terre suffit en ce qui concerne la résistance.

Sur les lignes à 150 000 volts de Big Creek, on opère comme il suit en cas de terres accidentelles : quand l'homme du tableau, à l'usine génératrice, voit l'ampèremètre enregistreur spécial indiquer une terre, il diminue le champ de l'alternateur au moyen d'un rhéostat spécial. Dès que l'ampèremètre des terres revient au zéro, il supprime la résistance, la tension redevient normale et le régulateur automatique de tension rentre en action. On ne supprime pas d'un seul coup toute la résistance : il s'écoule 5 à 10 secondes entre le moment où l'arc s'éteint et celui où la tension normale est rétablie. A la station réceptrice de Eagle Rock, l'homme de service annule subitement l'excitation des condensateurs synchrones (moteurs synchrones à vide) en ouvrant le circuit du régulateur automatique de tension. Dès qu'il voit que l'usine génératrice remonte la tension, il ferme le circuit du régulateur.

Pour les autres lignes du réseau qui sont protégées par des disjoncteurs automatiques, on renclenche ces disjoncteurs après que le défaut les a fait ouvrir, et si le défaut n'a pas disparu, on laisse le disjoncteur ouvert et l'on envoie visiter la ligne.

Sur la ligne à 150 000 volts, le défaut le plus fréquent (12 à 15 par an) est un amorçage d'arcs aux isolateurs *dans la moitié médiane de la ligne*. On n'a pas pu assigner à ces phénomènes de cause météorologique ou autre. Ils ne se produisent pas dans les quarts extrêmes de la ligne.

De la Toronto Power Company. — Quand l'écoulement des charges statiques accumulées est nécessaire pour éviter des tensions continues excessives, la mise à la terre du neutre est un moyen efficace d'assurer cet écoulement, tandis que, dans les réseaux non mis à la terre, il faut employer pour cela des parafoudres. Ce phénomène est très rare dans la partie nord du continent américain, et les parafoudres suffisent pour parer à ses effets. Quant à la continuité du service, elle est réalisable avec l'un ou l'autre des deux systèmes, selon les conditions locales. Il faut employer la mise à la terre :

Si l'on dispose d'un bon relais de protection sélectif, pouvant débrancher une ligne défectueuse sans causer d'interruption de service;

Si les lignes doivent être exploitées en parallèle du côté à haute tension et si l'isolement de la ligne est peu sûr. Dans ce cas, la mise à la terre empêchera qu'un claquage sur une phase d'une des lignes se propage à d'autres phases d'une autre ligne, ce qui causerait une interruption totale et longue. Quand l'isolement est assez élevé pour que les autres phases puissent supporter momentanément le surcroît de tension causé par une terre accidentelle sur une phase, ou quand en cours normal d'exploitation les lignes sont séparées les unes des autres, il n'y a pas à craindre que le défaut se propage d'une ligne à l'autre. La mise à la terre peut au contraire causer sans nécessité des troubles et des arrêts, quand une seule phase est affectée, et serait très nuisible à la continuité du service si l'on n'avait pas un bon relais sélectif.

Quant à la question des terres directes ou résistantes, il faut se décider, d'après l'isolement de la ligne et l'aptitude du matériel, à supporter les efforts dus aux courts circuits. Si l'insuffisance de l'isolement de la ligne est la principale raison de la mise au sol et si le matériel est construit de façon à pouvoir supporter les efforts dus aux courts circuits, il faudra faire une terre directe. Si au contraire l'isolement est élevé, mais le matériel un peu faible au point de vue mécanique, il sera bon de mettre une résistance dans la connexion au sol pour diminuer les chocs mécaniques causés par les courts circuits sur une seule phase.

8...



La ligne de transmission reliant les chutes du Niagara à Toronto se compose de quatre circuits à 60 0000 volts sans mise à la terre. Les transformateurs à chaque extrémité sont montés en triangle.

De la Utah Power and Light Company. — De nos usines génératrices, la puissance est transmise sous 130 000 volts à une sous-station centrale près de Salt Lake City. La tension y est réduite à 44 000 volts et elle alimente sous cette tension un vaste réseau. Partout le neutre est isolé du sol et nous ne voyons pas de raison pour changer ce système en ce qui concerne les lignes à 130 000 volts, qui n'ont donné lieu à aucune difficulté depuis deux ans que dure l'exploitation. Sur le réseau à 44 000 volts, nous avons l'intention d'installer une mise à la terre au moyen d'un auto-transformateur placé à la sous-station centrale, afin de pouvoir débrancher automatiquement les lignes endommagées et pour diminuer l'effort subi par les isolants.

Au début de l'exploitation, quand le réseau à 44 000 volts était encore peu développé, la marche avec point neutre isolé du sol nous paraissait indiquée, car il y avait beaucoup de terres accidentelles qui disparaissaient d'elles-mêmes sans troubler le service, et des terres franches qui permettaient de continuer le service jusqu'à ce qu'on pût faire la réparation. Mais depuis que ce réseau a pris une grande extension, nous constatons que presque toutes les terres donnent lieu à des désordres graves et qu'il est souvent difficile de les localiser.

De la Chicago and Interurban Traction Company. — Nous avons une ligne de transmission triphasée à 33 000 volts et 25 p : s, longue de 72 km. Cette ligne alimente trois sous-stations renfermant chacune une commutatrice de 500 kw; l'une d'elles contient en plus un convertisseur de fréquence de 500 kw. Nos transformateurs sont montés en étoile du côté primaire à toutes les sous-stations. A l'usine génératrice, ils sont montés en étoile du côté secondaire. Sur les mêmes poteaux que la ligne d'énergie est posée une ligne téléphonique, dont l'usage ne comporte pas d'ennuis sérieux, quoiqu'il y ait quelque bruit. Les conducteurs de cette ligne sont transposés tous les cinq poteaux.

Le point neutre des transformateurs est mis à la terre; ce système n'a pas causé de troubles. Nous lui avons reconnu un grand avantage : c'est que, lorsqu'un des fils de phase se met à la terre, on peut reconnaître par un essai quelle est la phase intéressée et faire alors ouvrir les disjoncteurs aux deux extrémités de cette phase. On peut ensuite continuer à marcher avec les deux autres fils, le neutre étant mis à la terre. Ce système nous a épargné bien des heures d'arrêt.

Nous croyons que le système de mise à la terre devrait être essayé sur tous les réseaux, surtout si les transformateurs ne sont pas trop fortement chargés.

Nous avons la mise à la terre à chaque sous-station et à l'usine génératrice.

Les orages nous ont causé quelques pertes d'isolateurs. Ces défauts ont tous été dus à des coups de foudre directs.

Notre ligne téléphonique est un peu plus troublée quand nous marchons avec deux fils de ligne qu'en temps normal.

Un relais à maximum agissant sur le disjoncteur à huile est réglé pour le faire déclencher en cas de surcharge en service normal, et nous nous servons du courant à la terre quand nous marchons à deux fils.

Nous croyons qu'il ne passe pas de courant dans la connexion à la terre, mais n'avons pas fait de mesure sur ce point.

De la J. G. White Engineering Corporation. — Nous croyons que les lignes jusqu'à 38 000 volts devraient être exploitées avec montage en triangle isolé du sol, quoique cela puisse dépendre des conditions locales. Pour les lignes au-dessus de 38 000 volts, le montage en étoile avec mise à la terre du neutre nous paraît être le meilleur, mais là aussi il faut considérer les conditions locales et aussi les chances de perturbation aux téléphones, télégraphes, etc. Notre expérience nous a appris que le montage en triangle a moins d'influence sur les lignes téléphoniques et de signaux que le système à point neutre mis au sol. Un grand inconvénient de ce dernier système est que les disjoncteurs déclenchent pour un défaut sur un quelconque des trois fils, et qu'il est pratiquement impossible de marcher avec un fil en moins, ou avec un transformateur mis hors de service sur une batterie de trois, à moins que les conditions de la mise à la terre ne soient très favorables, tandis qu'avec le montage en triangle on peut employer temporairement la marche en triangle ouvert sans en éprouver grand trouble. Un point en faveur du montage en étoile avec mise à la terre, c'est qu'il permet mieux de localiser un défaut sur la ligne par la méthode d'essai Nicholson ou une autre. L'isolement des lignes a fait assez de progrès dans ces dernières années pour qu'on puisse maintenant exploiter en triangle, tandis qu'autrefois il fallait réduire la tension par rapport à la terre pour ménager les isolateurs.

De M. Ch.-E. Waddell, ingénieur-conseil. — Les deux réseaux à haute tension que je connais le mieux ne mettent pas à la terre les points neutres de la haute tension; ce sont la North Carolina Power Company (66 000 volts) et la Florida Power Company (60 000 volts).

On a reçu un grand nombre d'autres réponses ne présentant pas d'intérêt spécial.

Les réponses ci-dessus mettent en relief ce fait que la mise à la terre du point neutre d'un réseau à haute tension a des effets différents dans des distributions différentes; elle peut être profitable ici et nuisible là. La mise au sol par l'intermédiaire d'une résistance a aussi des effets différents de ceux d'une mise au sol directe.

Dans les diverses installations, le neutre peut être mis à la terre pour différentes raisons :

1° Pour empêcher que la tension composée ne s'établisse entre fils et terre par suite d'une terre sur un des fils;

2° Pour permettre aux relais de fonctionner d'une façon rapide et sûre ou d'exercer un effet sélectif;

3° Pour empêcher la formation d'arcs à la terre;

4° Pour localiser les défauts;

5° Pour remplacer un fil de ligne dans une ligne triphasée quand ce fil est atteint d'un défaut. Ceci exige la mise hors circuit du fil sur lequel existe une terre;

6° Pour permettre l'élimination des terres par le



système automatique Nicholson, qui consiste à faire une terre par l'intermédiaire d'un fusible.

Lorsqu'on s'abstient de faire une mise au sol, c'est généralement pour pouvoir marcher avec une terre accidentelle sur une ligne et réduire ainsi le nombre des interruptions de service.

Il ressort de la pratique actuelle que c'est pour les hautes tensions, et dans les réseaux étendus et compliqués, qu'on recourt le plus souvent à la mise à la terre. Ce sont les lignes au-dessous de 60 000 volts, sur poteaux de bois et traverses de bois, qui sont le plus aptes à supporter avec succès une terre accidentelle sur un conducteur. P. L.

Sur la production des couronnes (¹).

La décharge électrique lumineuse qui entoure les fils de transmission des lignes à haute tension a été l'objet de nombreuses recherches de la part des ingénieurs électriciens d'Angleterre et des États-Unis au cours de ces dernières années. La plupart de ces recherches ont été faites avec le courant alternatif; un très petit nombre (²) ont utilisé le courant continu, qui, d'après Farwell, donne lieu à des phénomènes plus complexes.

I. Résultats expérimentaux. — Avant d'aborder l'étude théorique du phénomène des couronnes, l'auteur décrit brièvement les différentes formes de couronnes observées en courant continu.

Il y a peu de phénomènes électriques qui différencient aussi nettement les électricités positive et négative. Les différences sont d'ordre électrique, optique et mécanique.

Pour des fils très fins la lueur négative apparaît avant la positive; l'inverse se produit avec des fils plus gros, la séparation entre les deux régions ayant lieu pour un diamètre d'environ 0,075 mm.

Dans l'air la couronne positive est constituée par une couche uniforme, d'épaisseur pratiquement constante. La couronne positive a également pour origine une couche uniforme de lumière rouge, mais qui se brise rapidement en un chapelet lumineux dont les grains brillants sont séparés les uns des autres par des intervalles obscurs.

C'est surtout aux basses tensions que s'accentue la différence entre les deux sortes d'électricité. Les grains lumineux négatifs se répartissent à intervalles égaux et sont assez stables pour être photographiés. La décharge positive du fil dans un cylindre coaxial ne se brise jamais en grains lumineux; mais, lorsqu'elle se produit entre deux fils parallèles, on observe, pour des potentiels élevés, la formation de tronçons, puis de grains lumineux. Le nombre des grains dépend de la tension et de la pression des gaz; il demeure invariable si la tension et la tension sont maintenues constantes, ce qui semble indiquer que, pour des fils à surface polie, la production de grains lumineux caractérise bien la décharge négative.

Pour une tension donnée la perte d'électricité varie en sens inverse de la pression et du diamètre du fil.

Les courbes caractéristiques dépendent de la polarité et du diamètre du fil. Avec des fils de diamètre inférieur à 0,077 mm le courant par lequel se traduit la perte d'électricité est plus grand pour le fil négatif que pour le positif. Pour le diamètre 0,077 mm les courants sont approximativement égaux dans un certain intervalle de tension au-dessus de la tension critique, puis le courant négatif devient et demeure plus grand. Avec des diamètres supérieurs à 0,077 mm les caractéristiques se croisent; pour de faibles différences de potentiel le courant positif est le plus grand; l'inverse se produit pour les voltages les plus élevés.

Les premiers auteurs ont indiqué, pour exprimer la relation entre la force électrique E à la surface du fil au moment de l'apparition des couronnes et le rayon R_1, la formule

$$E = E_0 + \frac{b}{\sqrt{R_1}},$$

où E_0 et b représentent des constantes, E est donné par une relation connue d'électrostatique

$$E = \frac{\Delta V}{R_1 \log \frac{R_2}{R_1}};$$

ΔV désignant la différence de potentiel entre le fil central et le cylindre de rayon R_2.

La tension critique nécessaire pour produire une couronne visible dépend, non seulement du rayon du fil, mais aussi de la pression. Pour des pressions très faibles la couronne négative s'établit avant la positive; l'inverse se produit aux pressions élevées. La caractéristique dépend également de la pression. La pression du gaz et le rayon du fil jouent un rôle analogue, les fils très fins semblant correspondre aux basses pressions. La relation entre la pression de l'air p, le rayon R_1 du fil central et la force électrique critique à la surface du fil est exprimée par

$$E = p\left(E_0 + \frac{b}{\sqrt{pR_1}}\right);$$

E_0 et b désignant des constantes. La formule est valable jusqu'à des pressions de 53 mm de mercure pour la couronne positive; les constantes E_0 et b ont des valeurs différentes pour le fil positif et le fil négatif.

Quand la couronne s'établit la pression du gaz croît brusquement. Cet accroissement de pression qu'on peut appeler *pression d'ionisation* peut être facilement mesuré à l'aide d'un manomètre en U sensible. Il se distingue d'ailleurs nettement de l'accroissement de pression qu'entraîne le dégagement de chaleur dû à l'effet Joule : aussitôt que le courant est interrompu la pression d'ionisation tombe à zéro, tandis que la pression produite

(¹) Jakob Kunz, *The Physical Review*, 2ᵉ série, t. VIII, juillet 1916, p. 28-37.

(²) Watson, *Electrician*, t. LXIII, 1909, p. 828; t. LXIV, 1909-1910, p. 707 et 776; Schaffers, *Comptes rendus Ac. Sc.*, t. CLVII, juillet 1913, p. 203; S.-P. Farwell, *Transactions of American Institute of Electrical Engineers*, 13 novembre 1914; *La Revue électrique*, 19 février 1915, p. 153-168.

par la chaleur Joule s'établit et disparaît graduellement. La pression d'ionisation est très sensiblement proportionnelle au courant, surtout pour les fils positifs.

On a mis à profit l'existence de cette pression d'ionisation et le fait que l'établissement de la couronne nécessite des potentiels d'autant plus élevés que le fil est plus fin pour la construction de voltmètres, dont quelques-uns sont utilisés au Laboratoire de l'Université d'Illinois.

On a déjà signalé que la perte d'électricité négative s'effectue par des grains ou des pinceaux lumineux qui sont, en général, régulièrement espacés le long du fil. Le nombre de ces pinceaux par unité de longueur dépend de la pression et de la différence de potentiel. Pour des pressions et des voltages croissants, le nombre de pinceaux par unité de longueur va en augmentant, en même temps que leur éclat diminue. Les pinceaux partent d'un point du fil et s'étendent en éventail dans un plan normal au fils.

A signaler l'influence qu'un arc disposé en série avec le tube exerce sur le caractère de la décharge. La lueur positive, auparavant très bien délimitée, s'étend considérablement et les pinceaux négatifs disparaissent presque entièrement pour donner naissance à une lueur continue dont la limite est mal définie; autrement dit, une courte étincelle en série sur le tube de décharge fait disparaître la différence d'aspect entre la couronne positive et la couronne négative. Ceci peut être attribué à la superposition d'un courant alternatif ou interrompu à haute fréquence.

La différence entre l'électricité positive et l'électricité négative se traduit encore par des effets mécaniques. Quand la couronne s'établit entre deux fils parallèles qui ne sont pas trop fortement tendus, le fil négatif s'incurve vers le positif qui est lui-même repoussé. Quand les fils sont intentionnellement maintenus lâches, le fil positif vibre fortement d'un mouvement circulaire tandis que le négatif demeure immobile.

Le champ électrique entre deux fils parallèles et entre un cylindre et un fil coaxial a été exploré au moyen d'une troisième électrode en platine. Même avant l'établissement de la couronne on constate une distorsion du champ électrostatique, surtout au voisinage des électrodes; et dans beaucoup de cas, sinon dans tous, la force électrique à la surface du fil prend, au moment de l'établissement de la couronne, une valeur différente de la valeur calculée. La force électrique observée semble plus grande que la force déduite de la formule électrostatique. Quand on étudie le champ dans l'espace compris entre le fil central et le cylindre, il est très difficile d'explorer le voisinage du fil négatif où le potentiel semble soumis à des variations continuelles. L'exploration du champ autour du fil positif n'offre aucune difficulté.

II. Théorie. — La théorie de l'ensemble si complexe des phénomènes observés est loin d'être toujours entièrement satisfaisante. Il faut se contenter d'essayer d'expliquer quelques uns des phénomènes principaux.

1. On pourrait admettre que la décharge lumineuse commence quand la force électrique à la surface du fil atteint une valeur déterminée, nécessaire à l'ionisation des molécules. On a trouvé cependant que la force électrique critique est donnée par l'expression

$$E_1 = E_0 + \frac{b}{\sqrt{R_1}}.$$

Les valeurs admises pour b et E_0 diffèrent suivant les auteurs. Y.-S. Townsend prend $E_0 = 30$ kv et $b = 9$. Pour Farwell, les valeurs de E_0 et de b doivent être différentes suivant la nature de l'électricité; il adopte $E_0 = 31,6$, $b = 8,43$ pour les fils positifs et $E_0 = 35,0$, $b = 8,06$ pour les fils négatifs.

Nous supposerons également que dans le voisinage du fil, à l'intérieur d'une couche d'épaisseur constante δ, une énergie déterminée est nécessaire à l'établissement de la couronne, qui diffère suivant la nature de l'électricité; et, en effet, la production d'ions à partir des molécules, ainsi que l'émission de lumière nécessite de l'énergie. Pour une quantité suffisante d'énergie, la décharge lumineuse appelée *couronne* se produira. Schaffers a montré que l'épaisseur $\delta = 0,07$ cm de la couche lumineuse est indépendante du rayon du fil.

Dans le voisinage du fil, la force électrique très intense E détermine une polarisation notable, d'où résulte une force électrique inverse E_0, en sorte que la force électrique résultante est $E - E_0$. Si l'on désigne par k la constante diélectrique, par R_1 le rayon du fil, on a pour l'énergie par unité de longueur de la couche électrique

$$W = \frac{k}{8\pi} 2\pi R_1 \delta (E - E_0)^2,$$

$$E = E_0 + \sqrt{\frac{4W}{kR_1\delta}}.$$

Lorsque W, k et δ demeurent constants on retrouve la relation

$$E = E_0 + \sqrt{\frac{4W}{k\delta}} \frac{1}{\sqrt{R_1}}$$

indiquée par les premiers électriciens. E_0, W et δ prennent des valeurs différentes suivant la polarité du fil.

A l'appui de cette théorie on peut citer le phénomène des chapelets lumineux. Quand une mince couche de liquide est répartie autour d'un fil fin, il arrive que, sous l'effet de la tension superficielle, la couche se scinde en gouttelettes; de même il est naturel d'imaginer qu'une couche d'énergie électrique disposée à la surface d'un fil aura tendance à se diviser en grains qui s'étendent plus loin du fil que la couche primitive.

Le fait que la décharge négative donne plus facilement des grains lumineux que la positive semble relié au mécanisme de la décharge. Pour des fils très fins, l'électricité négative s'échappe plus aisément que la positive, comme dans le cas de pointes très fines et de pressions très basses. L'électricité négative semble émise à la fois par les molécules du gaz et par celles du métal, tandis que l'électricité positive est tout entière sous forme d'ions positifs, formés uniquement dans l'air, aucun ion n'étant émis par le métal. Le courant coronal positif est constitué uniquement par des ions positifs, le courant négatif par

des ions négatifs et des électrons. Or il paraît plus aisé, pour les électrons, d'être émis en grand nombre par un petit nombre de points du métal que de s'échapper à faible dose de la surface entière du fil.

Pour des fils très fins, de même que pour de faibles pressions, la couronne négative s'établit avant la positive; l'inverse se produit avec des fils de diamètre notable et sous des pressions plus élevées. L'électricité négative semble s'échapper sous forme d'électrons plus aisément des fils métalliques fins que des molécules d'air. Ce phénomène suggère que la masse moyenne des ions émis par les fils négatifs va en diminuant avec le diamètre des fils, tandis que la mobilité varie en sens inverse.

2. Y.-S. Townsend [1] a donné une autre théorie de l'établissement de la décharge lumineuse par les fils, dans laquelle il suppose les mêmes valeurs pour les constantes b et E_c. Il applique la même théorie au phénomène des couronnes qu'à la décharge par étincelles quoique, à la vérité, les phénomènes diffèrent à plusieurs points de vue.

La loi de l'ionisation d'un gaz par collision peut s'exprimer par la relation

$$\frac{\alpha}{p} = f\left(\frac{E}{p}\right).$$

Y.-S. Townsend fait une application intéressante de cette loi, basée sur des expériences à de faibles pressions, aux couronnes et à la décharge par étincelles, phénomènes qu'il considère comme dus au même processus d'ionisation.

Considérons deux systèmes S et S′ géométriquement semblables constitués par un fil et un cylindre coaxial, dans lesquels se produisent les couronnes tels que l'on ait

$$R'_1 = zR_1,$$
$$R'_2 = zR_2,$$
$$p' = \frac{p}{z},$$
$$ds' = z\,ds,$$

z étant un facteur de proportionnalité déterminé. Désignons par V la différence de potentiel appliquée, la même dans les deux cas. On a pour la force électrique au voisinage du fil

$$E_1 = \frac{V}{R_1 \log \frac{R_2}{R_1}},$$

$$E'_1 = \frac{V}{R'_1 \log \frac{R'_2}{R'_1}} = \frac{V}{zR_1 \log \frac{R_2}{R_1}} = \frac{E_1}{z}.$$

La même relation $E'_1 = \frac{E_1}{z}$ est valable pour des points homologues quelconques A et A′, B et B′ des deux systèmes.

Le nombre d'ions produits par collision quand un ion négatif se déplace sur une distance AB = ds est donné par

$$\alpha\,ds = p\,ds\,f\left(\frac{E_1}{p}\right).$$

Dans le système S′, pour un trajet homologue ds', le nombre d'ions produits sera

$$\alpha'\,ds' = p'\,ds'\,f\left(\frac{E'_1}{p'}\right) = \frac{p}{z}\,z\,ds\,f\left(\frac{\frac{E_1}{z}}{\frac{p}{z}}\right),$$

$$\alpha'\,ds' = p\,ds\,f\left(\frac{E_1}{p}\right) = \alpha\,ds.$$

L'effet d'un ion négatif est donc le même sur les trajets ds et ds'. — Même résultat pour un ion positif

$$\beta\,ds = \beta'\,ds'.$$

Une différence de potentiel donnée V produit donc les mêmes phénomènes dans les deux systèmes; si elle suffit à déterminer l'apparition des couronnes dans l'un d'eux, elle la déterminera également dans l'autre.

Dans les deux systèmes considérés on a

$$R'_1 p' = R_1 p,$$
$$R'_1 E'_1 = R_1 E_1,$$

$R_1 p$ est donc uniquement fonction de $R_1 E_1$; si l'on maintient $R_1 E_1$ invariable, $R_1 p$ demeure également constant.

Cette théorie s'applique au début de l'étincelle aussi bien qu'au début de la décharge lumineuse. Elle ne fournit aucune réponse à l'une des principales questions relatives à la décharge par couronnes, à savoir si le courant résulte de l'ionisation par les ions positifs ou les ions négatifs ou les deux à la fois?

Envisageons maintenant la relation entre la force électrique critique et le rayon R_1.

$$E_1 = E_0 + \frac{b}{\sqrt{R_1}},$$

$$E_1 R_1 = E_0 R_1 + \frac{bR_1}{\sqrt{R_1}},$$

pour $p = 1$, ce qu'on peut écrire

$$E_1 R_1 = E_0 R_1 \times 1 + \frac{bR_1 \times 1}{\sqrt{R_1 \times 1}}.$$

Si l'on considère des systèmes pour lesquels le produit $R_1 p$ soit constant on sait que $R_1 E_1$ demeure aussi constant. Posons donc

$$R_1 \times 1 = \rho_1 p = \text{const.},$$

on aura

$$E_1 \rho_1 = E_0 \rho_1 p + \frac{b\rho_1 p}{\sqrt{\rho_1 p}},$$

$$E_1 = E_0 p + \frac{bp}{\sqrt{\rho_1 p}} = p\left(E_0 + \frac{b}{\sqrt{\rho_1 p}}\right),$$

où ρ_1 représente le rayon du fil. On retrouve la règle empirique énoncée par les électriciens avant tout essai de théorie.

[1] *The Electrician*, 6 juin 1913, p. 348.

Les mesures expérimentales vérifient sensiblement cette formule, à condition de prendre pour E_0 et b les valeurs indiquées par Farwell, différentes pour les deux sortes d'électricités, jusqu'à des pressions voisines de 50 mm de mercure. Si l'ionisation par choc était due aux seuls ions négatifs, les constantes E_0 et b devraient être les mêmes quel que soit le signe électrique du fil; le fait qu'on doit les choisir différentes indique que les ions positifs et négatifs doivent agir simultanément pour déterminer l'ionisation, ou bien qu'une autre cause d'ionisation intervient dans l'établissement des couronnes.

3. On a signalé que la pression gazeuse augmente brusquement quand les couronnes apparaissent. Appliquons à ce phénomène le principe de la conservation de l'énergie :

Désignons par p_0 la pression du gaz dans le cylindre, par ΔV la différence de potentiel appliquée, par i le courant et v le volume. Pendant le temps θ d'établissement de la couronne, la pression s'élève de p_0 à p_1; le travail effectué par le courant $i\theta\Delta V$ est utilisé, partie à produire l'ionisation du gaz, partie dans le rayonnement, et partie sous forme réversible.

Augmentons ensuite la pression de dp_1, ce qui nécessite un travail $dW = v\,dp_1$, en sorte que, pour passer de l'état initial à l'état final, le système a fourni une énergie $i\theta\Delta V - dW$.

Parvenons au même état final à partir du même état initial en augmentant tout d'abord la pression de p_0 à $p_0 + dp_0$, ce qui nécessite un travail $dW_0 = v\,dp_0$. La même différence de potentiel ΔV déterminera un courant i', qui, si l'on admet que la durée d'établissement de la couronne demeure la même, produira un travail $i'\theta\Delta V$.

Écrivons que les énergies mises en jeu dans les deux transformations sont égales :

$$i\theta\Delta V - dW = i'\theta\Delta V - dW_0,$$

$$\theta(i - i')\Delta V = v(dp_1 - dp_0).$$

Posons

$$i' = i - di,$$

on a

$$\theta\Delta V\,di = v\,d(p_1 - p_0)$$

et, en intégrant,

$$i = \frac{v}{\theta\Delta V}(p_1 - p_0) + i_0,$$

d'où l'on déduit que le courant est proportionnel à l'accroissement de pression. Les expériences faites, qui seront publiées prochainement, montrent que cette conclusion est valable dans un intervalle étendu de courants et de pressions d'ionisation.

De l'amélioration du facteur de puissance dans les installations électriques industrielles; Pierre DUMARTIN (*Lumière électrique* 5, 12 et 19 août 1916, p. 124-132, 151-158 et 176-185). — Dans ces articles l'auteur examine complètement le problème. Après avoir indiqué les raisons qui ont conduit à adopter presque généralement les courants triphasés pour la transmission de l'énergie électrique, puis rappelé la définition du facteur de puissance et des causes qui le réduisent, il expose les inconvénients qui découlent d'un mauvais facteur de puissance, inconvénients qui sont : 1° pour une même puissance utilisée, augmentation de l'intensité du courant total et par conséquent des pertes par effet Joule dans les machines et dans les lignes; 2° augmentation de la chute de tension dans les alternateurs, laquelle est presque trois fois plus grande pour $\cos\varphi = 0,7$ que pour $\cos\varphi = 1$; 3° diminution du rendement d'environ 1 pour 100 à pleine charge, ce qui, pour un alternateur de 10 000 kw, correspond à une perte sèche de 9000 fr par an, en tablant sur un prix de revient de 0,03 fr le kilowatt-heure et une marche annuelle de 3000 heures; 4° fonctionnement des interrupteurs à huile d'autant plus mauvais que le $\cos\varphi$ est plus faible. — Comme contre-partie des inconvénients d'un faible facteur de puissance, l'auteur résume les avantages d'une amélioration de ce facteur : 1° meilleure utilisation des lignes, des transformateurs et des génératrices; 2° diminution des chutes de tension dans les génératrices et transformateurs et, en conséquence, plus grande facilité de réglage des variations de tension qui sont alors plus petites; 3° augmentation de la puissance distribuée pour un même courant total produit à l'usine génératrice, avantage qui prend une importance considérable quand celle-ci est presque à sa limite de charge puisqu'il permet d'éviter l'installation de nouvelles génératrices dont l'utilisation est faible. — Pour parvenir à relever le facteur de puissance on dispose de deux classes de procédés : ceux qui n'utilisent qu'une seule machine (moteur synchrone surexcité, condensateur, moteur-générateur synchrone, commutatrice) pour produire le courant d'excitation nécessaire à l'ensemble des moteurs asynchrones connectés au réseau, et ceux consistant à munir chaque moteur asynchrone d'un compensateur individuel (déphaseur Leblanc, vibrateur Kapp, compensateur Brown-Boveri, etc.). Examinant d'abord la première classe, M. Dumartin fait une comparaison entre le moteur synchrone et le condensateur et trouve que le prix du kilowatt-heure gagné est de 0,042 fr avec un moteur synchrone uniquement employé comme compensateur, 0,035 fr avec un condensateur et 0,03 fr avec un moteur synchrone utilisé principalement comme compensateur et accessoirement comme moteur. C'est donc cette dernière solution qu'il convient d'employer, d'autant plus que l'emploi d'un condensateur est dangereux par suite des résonances auxquelles ils peut donner lieu; toutefois cette solution n'a pas la souplesse que possèdent celles basées sur l'utilisation des procédés de la seconde classe. — La compensation individuelle présente d'ailleurs des avantages pour les moteurs asynchrones eux-mêmes. Pour un moteur déjà installé, le courant absorbé se trouve diminué, par suite son échauffement est réduit et il devient possible de le faire marcher en surcharge; d'autre part son couple de décrochage est augmenté de 20 à 30 pour 100, ce qui est particulièrement avantageux pour les puissants moteurs de laminoirs dont le décrochage produit des accidents très sérieux. Pour les nouveaux moteurs à installer, on peut en diminuer leurs dimensions et réaliser une diminution de poids de 10, 20 et 30 pour 100, de sorte que le prix du moteur et de son compensateur ne dépasse pas celui d'un moteur sans compensateur. — Les premiers essais sérieux de compensation individuelle remontent à 1891 et sont dus à Görges; en 1895, Maurice Leblanc, puis, un peu plus tard, Heyland ont repris la question. M. Dumartin donne, dans son second article, la description des dispositifs de ces ingénieurs, puis la description du vibrateur Kapp. — Le troisième et dernier article est entièrement consacré au compensateur Brown-Boveri; il en donne la théorie, montre la modification qu'apporte au diagramme du cercle des moteurs asynchrones l'adjonction du compensateur de phase, puis calcule l'économie résultant de cette adjonction et termine par l'indication des résultats d'exploitation d'un des premiers compensateurs de phase mis en service, installé à Drammen, Norvège, dans les usines de cellulose Mjöndalen pour l'amélioration du facteur de puissance d'un petit réseau de 250 kw.

CHAUFFAGE ET ÉCLAIRAGE.

CHAUFFAGE DOMESTIQUE.

Le chauffage électrique de l'eau pour les besoins domestiques.

1. Les entreprises de production d'énergie électrique ont toujours recherché de préférence les applications de l'électricité exigeant une consommation importante pendant un temps notable. Dès le début, et alors que la seule application pratique de l'électricité était l'éclairage, c'est l'éclairage public qu'elles ont d'abord envisagé et ce n'est que peu à peu qu'elles ont établi des tarifs leur permettant de lutter avec les compagnies gazières dans l'éclairage privé. Plus tard, lorsque la distribution de la force motrice par l'électricité fut devenue pratiquement possible, les gros consommateurs furent leurs clients préférés. Elles commencent à reconnaître que les petits consommateurs, en raison de leur nombre et de la diversité de leurs besoins, constituent une clientèle qui n'est pas à dédaigner, et dans certains pays, notamment aux États-Unis et en Angleterre, elles s'intéressent activement au développement des applications domestiques de l'électricité, particulièrement à celles qui se rapportent au chauffage et à la cuisine.

Malheureusement les tarifs actuels ne permettent pas à l'électricité de lutter économiquement avec le charbon ni même avec le gaz dans la plupart de ces applications. Les avantages nombreux que présentent l'électricité sur le gaz au point de vue de l'hygiène, de la sécurité et de la commodité justifient d'ailleurs une augmentation de dépenses, augmentation que beaucoup de consommateurs accepteraient volontiers, comme le prouve la substitution graduelle du gaz au charbon pour la cuisine et le chauffage des appartements malgré que cette substitution occasionne un supplément de dépenses, comme le prouve encore le développement pris par l'éclairage électrique à l'époque peu éloignée où les tarifs de vente de l'électricité faisaient considérer comme un luxe l'éclairage électrique.

Mais si le consommateur est, en général, disposé à payer le confort que peut lui procurer une modification dans ses habitudes domestiques, encore faut-il le convaincre qu'il trouvera dans l'utilisation de l'énergie électrique un supplément de confort et qu'il ne le paiera pas trop cher. Quelques compagnies d'électricité sont entrées dans cette voie en ce qui concerne la cuisine électrique en établissant elles-mêmes les installations nécessaires et en consentant, pour la location de ces installations et pour l'énergie consommée, des tarifs extrêmement bas. D'autres ont préféré ne pas immobiliser de capitaux en installations, relativement coûteuses si l'on compare les dépenses qu'elles entraînent à l'augmentation de recettes qu'elles procurent immédiatement, et se sont bornées à inciter leur clientèle à développer les applications domestiques de l'électricité en leur facilitant l'utilisation de quelques-unes de ces applications, notamment le chauffage des fers à repasser et le chauffage de l'eau. L'avenir montrera laquelle de ces deux méthodes conduira le plus rapidement au but que l'on s'est proposé d'atteindre.

Le repassage électrique ne demandant pas une grande puissance et par conséquent pouvant être réalisé sans modification des installations effectuées pour l'éclairage, c'est vers le développement de cette application que les compagnies appliquant la seconde méthode ont porté principalement leurs efforts. Ceux-ci semblent d'ailleurs avoir réussi, car nombreux sont les fers à repasser en service en Suisse, aux États-Unis, en Angleterre et même en France. Les entreprises d'électricité y ont gagné une augmentation de leur charge diurne vendue en général au tarif de l'éclairage.

Le chauffage de l'eau par l'électricité, qui n'a été envisagé que plus récemment, pourrait prendre un développement aussi satisfaisant dans certains pays, comme l'Angleterre, où il est d'usage d'avoir toujours à sa disposition de l'eau chaude pour les bains, les ablutions, le thé et la cuisson des aliments. L'eau ayant une grande chaleur spécifique, son chauffage exige une grande dépense d'énergie. Le développement du chauffage de l'eau ne peut donc manquer d'augmenter notablement les recettes des entreprises d'électricité. Mais cet avantage est malheureusement doublé d'inconvénients. Le consommateur tient à ne pas attendre trop longtemps l'eau chaude dont il a besoin; dès lors, si l'eau n'est pas déjà à la température convenable au moment où il ouvre le robinet, il faut dépenser une grande puissance pendant peu de temps et le facteur de charge de l'usine génératrice se trouve diminué; d'autre part, l'appareil de chauffage ne peut être branché sur les canalisations ordinaires d'éclairage, ce qui en rend l'installation difficile et coûteuse. Avant de préconiser le chauffage électrique de l'eau, ainsi qu'on l'a fait récemment en Italie et en Suisse, comme moyen de régulariser la charge des usines génératrices en même temps que comme moyen d'en augmenter la production, il convient donc d'étudier et de préciser les conditions de son emploi.

2. Une étude de ce genre a été faite récemment par M. C.-W. Crosbie [1], lequel a constaté par expérience que, dans une maison anglaise occupée par huit personnes, on consomme en moyenne par jour 270 litres d'eau à des températures variant de 30° C. à 55° C., ce qui, au point de vue de la chaleur nécessaire au chauffage, correspond à une consommation d'environ 200 litres d'eau à 43° C., soit 50 litres par personne. En admettant 10° C. pour la température initiale de l'eau, le chauffage de 200 litres jusqu'à 43° C. exige, avec un rendement

[1] *The Electrician*, t. LXXVII, 8 septembre 1916, p. 761-763.

de 100 pour 100 des appareils de chauffage, une consommation de 7,195 kw-h.

Ce résultat, ainsi que le relevé des consommations afférentes à l'éclairage et au chauffage, a conduit M. Crosbie, pour l'habitation considérée, aux chiffres du tableau suivant, établi dans l'hypothèse où la consommation journalière de 7,195 kw-h nécessaire au chauffage de l'eau est répartie uniformément sur toute la durée du jour :

Nature de l'application.	Consommation annuelle.	Prix de l'unité.	Facteur de charge annuel
	kw-h	fr	pour 100.
Éclairage	97	0,50 le kw-h	5,28
Cuisine et chauffage	3834	0,10 —	6,78
Chauffage de l'eau..	3066	287,50 le kw-an	100,00
Ensemble ...	6997	0,0756 le kw-h	11,40

On remarquera le prix exceptionnellement bas (0,033 fr par kilowatt-heure) auquel est consentie la fourniture de l'énergie pour chauffage de l'eau par la compagnie alimentant la région où se trouve située l'habitation considérée. Mais ce prix est, paraît-il, encore rémunérateur pour elle. D'ailleurs la compagnie ne gagnerait-elle rien sur cette fourniture, qu'elle ferait encore une bonne affaire si l'installation du chauffage électrique de l'eau amène le consommateur à employer également l'électricité pour la cuisine et le chauffage, puisqu'elle trouve de ce fait une recette de 383,40 fr au tarif rémunérateur de 0,10 fr le kilowatt-heure. On peut encore dire que, d'un client ne lui rapportant annuellement que 48,50 fr, elle fait un client qui lui rapporte

$$48{,}50 + 383{,}4 + 106{,}60 = 538{,}5 \text{ fr},$$

avec un facteur de charge qui est près du double de ce qu'il était et dont la majeure partie de la consommation, près de 95 pour 100 d'après M. Brodie, est effectuée en dehors des périodes de pointes.

3. Mais les calculs de M. Brodie reposent sur l'hypothèse que l'énergie consommée pour le chauffage de l'eau est répartie sur toute la durée du jour et de la nuit et est utilisée avec un rendement thermique de 100 pour 100. Existe-t-il des appareils permettant de satisfaire pratiquement à ces hypothèses sans créer des sujétions aux consommateurs ? Oui, répond M. Brodie dans l'article auquel nous empruntons les chiffres qui précèdent.

On peut en effet diviser les appareils de chauffage de l'eau actuellement sur le marché en trois classes : les bouilloires, les appareils ultra-rapides connus sous le nom de « geysers » et les appareils à accumulation de chaleur, ces derniers formant eux-mêmes deux groupes : ceux à emmagasinement intermittent et ceux à emmagasinement continu.

Les bouilloires ne peuvent évidemment satisfaire aux conditions énoncées, car non seulement leur fonctionnement est nécessairement intermittent mais encore leur rendement thermique est en général, de par leur mode de construction, notablement inférieur à l'unité. Les geysers satisfont à la condition du rendement unité, les éléments de chauffage se trouvant généralement à l'intérieur de l'appareil et au milieu de l'eau à chauffer. En particulier c'est pratiquement le cas de l'appareil de la British Electric Geyser que montre la figure 1 où le

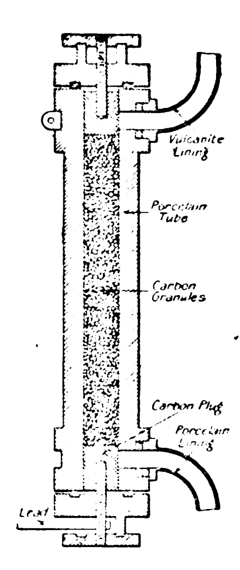


Fig. 1. — Geyser de la British Electric Geyser.

chauffage est réalisé par le passage d'un courant à travers du charbon granulé contenu dans le corps cylindrique que traverse l'eau à chauffer. Cet appareil est d'une extrême commodité dans certains cas, car il permet d'avoir instantanément de l'eau à une température de 22° supérieure de l'eau d'alimentation par la simple manœuvre d'un robinet qui commande en même temps le passage de l'eau et du courant. Mais pour obtenir l'eau chaude nécessaire à un bain en 10 minutes il faut accoupler en parallèle deux geysers d'une puissance individuelle de 7,5 kw, de sorte que ce genre d'appareils, loin d'améliorer le facteur de charge, ne fait que le rendre plus mauvais.

A ce dernier point de vue les appareils à accumulation

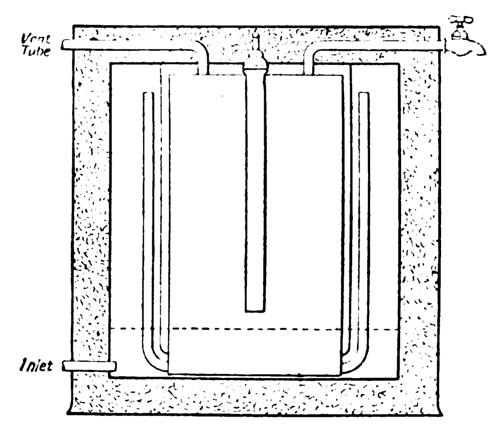


Fig. 2. — Chauffeur d'eau Losles à accumulation de chaleur intermittente.

intermittente de chaleur sont nécessairement plus recommandables. La figure 2 donne une coupe schématique

d'un de ces appareils : le chauffeur Losles. Il est formé d'un récipient cylindrique d'une capacité d'une cinquantaine de litres, revêtu d'une couche épaisse d'une substance thermiquement isolante et contenant un appareil de chauffage électrique parfaitement étanche, dont le fonctionnement est commandé par un thermostat placé lui-même dans le récipient et qui coupe le courant quand la température de l'eau atteint une certaine limite. Le tube de sortie puisant l'eau qui se trouve à la partie supérieure du récipient, par conséquent l'eau la plus chaude, le consommateur se trouve avoir toujours à sa disposition une quantité d'eau chaude en général suffisante pour ses besoins immédiats. Le rendement thermique de l'appareil est satisfaisant (90 pour 100), mais dans les conditions ordinaires d'emploi son facteur de charge n'est guère que de 50 pour 100.

Quant aux appareils à accumulation continue de chaleur, il en est quelques-uns qui possèdent les mêmes qualités de commodité et de haut rendement. Le chauffeur d'eau Cooper, que représente la figure 3, est parmi ceux-ci. Comme on le voit il se compose d'un grand récipient protégé contre les déperditions calorifiques et contenant un second récipient suivant l'axe duquel est disposé l'appareil chauffant. L'eau froide arrive dans l'espace annulaire compris entre les deux récipients; des tubes partant du haut de l'espace annulaire et aboutissant au bas du récipient intérieur l'amènent dans celui-ci; le tube d'évacuation part de la partie supérieure de ce dernier. Dans ces conditions, l'eau arrive déjà un peu chaude dans le récipient intérieur et l'on a toujours à la partie supérieure de celui-ci une réserve

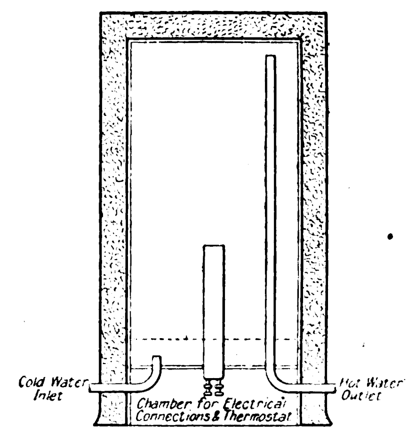


Fig. 3. — Chauffeur d'eau Cooper à accumulation de chaleur continue.

d'eau chaude bien protégée contre le refroidissement extérieur. Les pertes de chaleur ne sont ainsi que de 10 à 15 pour 100 et le chauffage est continu, de sorte que le facteur de charge de l'appareil est de 100 pour 100.

T. PAUSERT.

Les installations d'éclairage dans les navires de la Marine américaine; lieutenant C.-S. Mc DOWELL (*Trans. Illum. Engineering Society* : *Electrician*, 18 août 1916, p. 667-669). — La technique de l'éclairage dans la Marine a suivi les progrès réalisés dans ces dernières années dans l'éclairage en général. Les buts de l'éclairage en marine sont multiples : outre l'éclairage ordinaire des chambres de chauffe, des salles des machines, des tourelles cuirassées, du carré des officiers, des chambres, etc., il y a lieu de considérer l'éclairage des objets éloignés au moyen des projecteurs, les signaux lumineux, et certains éclairages spéciaux tels que ceux des mires des canons, des compas, etc. Pour l'éclairage ordinaire le département de la Marine américaine a établi en 1912 des règles fixant la valeur de l'éclairement à obtenir suivant le local considéré; il est réalisé uniquement par des lampes à incandescence qui, aujourd'hui, sont toutes des lampes à filament de tungstène de 25, 40, 60 et 250 watts, sauf toutefois les lampes portatives qui, à cause du danger de rupture du filament par des chocs, sont à filament de carbone. Jusqu'à ces dernières années l'alimentation était faite par dynamos à 125 volts, mais depuis deux ans on installe sur les nouveaux navires des génératrices à 240 volts et des réseaux d'alimentation à trois fils. — Les réseaux sont toujours au nombre de deux : le réseau de combat qui alimente toutes les lampes et appareils situés au-dessous du pont cuirassé, les projecteurs, les signaux, etc., et le réseau ordinaire alimentant toutes les lampes et appareils non indispensables au moment du combat. En outre un réseau auxiliaire ou de secours, alimenté par une batterie d'accumulateurs, dessert un petit nombre de lampes réparties dans les divers locaux; ce réseau est automatiquement mis en fonction quand les circuits principaux d'éclairage se trouvent être rompus. — Les projecteurs, bien qu'en usage depuis plus d'un demi-siècle, n'ont pris un grand développement que pendant ces 25 dernières années par suite de la nécessité de se protéger contre les torpilleurs. Les perfectionnements qui leur ont été apportés sont principalement dus, d'après l'auteur, à Heinrich Beck. Dans les appareils récents le diamètre de l'électrode positive a été réduit à la moitié de celui employé auparavant, quoique l'intensité de courant ait été portée à 150 ampères; on obtient un cratère de 15,87 mm de diamètre et une intensité lumineuse de 90 000 bougies. Le diamètre de l'électrode négative a été également réduit de 25 mm à 11 mm, diminuant ainsi notablement la lumière interceptée par cette électrode. Quelques essais ont été faits pour substituer aux lampes à arc des lampes à incandescence à atmosphère d'azote; il semble en résulter que ces dernières présentent des avantages permettant de les adopter quand les objets à éclairer ne sont pas à trop grande distance. Les miroirs des grands projecteurs ont 91 cm de diamètre; ils sont en verre doré. Avec les derniers types de lampes à arc, ils donnent une lumière riche en rayons bleus et violets. Des essais ont été faits avec des miroirs constitués par divers alliages ayant une grande résistance mécanique leur permettant de mieux résister aux ébranlements causés par le tir des canons; ils se ternissent rapidement et ont l'inconvénient de n'avoir pas une forme parabolique comme les miroirs de verre. — Les signaux lumineux sont de deux sortes : ceux pour la transmission des ordres à l'intérieur du navire et ceux pour communiquer à distance à l'extérieur. Les systèmes de la première sorte sont nombreux et ne présentent pas de particularités; ceux de la seconde ont pour but de réaliser des signaux Morse soit par modification de la couleur de la lumière émise, soit par le changement de l'emplacement du signal par rapport à des signaux fixes, soit encore par variation du temps pendant lequel le signal est émis. La grande portée des projecteurs fait généralement utiliser ceux-ci pour la réalisation de ce dernier mode de signalisation; ils peuvent d'ailleurs être employés dans ce but aussi bien le jour que la nuit. — Dans un appendice, l'auteur reproduit la table des éclairements prévus par la Marine américaine pour l'éclairage des différents locaux; dans un autre appendice il donne quelques indications sur les brevets Beck, anglais 12 999 de 1915 et 6129 de 1916, et américains 1 029 787 et 1 086 311, ce dernier en date du 29 novembre 1913.

MESURES ET ESSAIS.

INSTRUMENTS DE MESURE.

Voltmètre de crête d'onde [1].

Cet instrument se compose d'un appareil à aimant permanent M sensible aux courants faibles (*fig.* 1) et de deux petites soupapes à cathode chaude V_1, V_2, dont l'anode est en tungstène ou en molybdène et la cathode en tungstène incandescent, renfermées dans une ampoule pleine de vapeur de mercure. Les filaments cathodiques sont chauffés par les courants secondaires de deux transformateurs à sonnerie B_1, B_2, dont les primaires sont reliés à un circuit d'éclairage à courant alternatif. On emploie avec ce dispositif un condensateur qui est soit la porcelaine d'entrée, type condensateur, C, du transformateur d'essai à haute tension T, soit un autre condensateur monté séparément. Quand c'est la porcelaine du transformateur qu'on emploie, elle est isolée du sol et le voltmètre de crête est monté entre le sol et le disque extérieur de la porcelaine. Le bac du transformateur est mis au sol. L'appareil comprend encore un compteur de fréquence et un interrupteur d'excitation tripolaire S, qui sert à interrompre les circuits de chauffage des cathodes et en même temps à court-circuiter l'instrument quand il ne sert pas. Le conducteur à haute tension H forme l'armature intérieure du condensateur C; SG est un éclateur de sûreté monté entre les fils allant à l'appareil pour protéger son isolement au cas où les transformateurs à sonnerie ne recevraient plus de courant, ou bien au cas d'une rupture dans les connexions de l'appareil. Le fréquencemètre n'est pas essentiel, mais peut servir à faire une correction proportionnelle quand la fréquence s'écarte notablement de la normale.

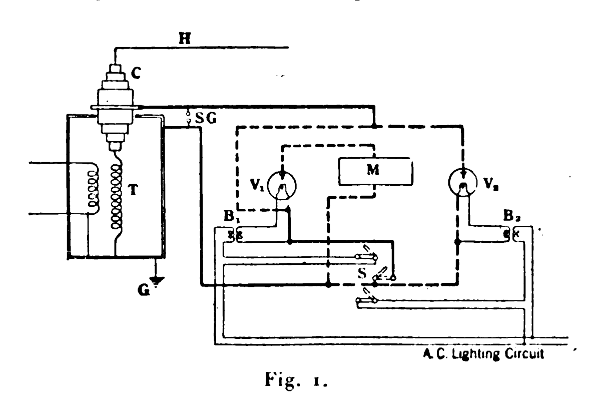


Fig. 1.

Fonctionnement. — La borne-condensateur ou l'autre condensateur relié au conducteur à haute tension reçoit à tout instant un courant proportionnel à la dérivée par rapport au temps de la tension à ses bornes. A l'instant des maxima positif et négatif de la tension, l'intensité est nulle, et l'intégrale du courant en fonction du temps, entre ces deux valeurs nulles, est une mesure directe de la différence entre les tensions maxima et minima. En raison de la conduction dissymétrique des soupapes cathodiques, le montage représenté par la figure 1 est tel que le courant de charge, dans un sens, passe par l'instrument M et la soupape V_1, comme l'indique la grosse ligne pointillée. Le courant dans l'autre sens passe par la soupape V_2 sans traverser l'appareil de mesure, comme l'indique l'autre grosse ligne pointillée. Les lignes en trait fin représentent les circuits d'excitation primaire et secondaire des filaments cathodiques, alimentés par le réseau d'éclairage. Quand l'appareil n'est pas en usage, on enclenche le commutateur à droite, ce qui court-circuite l'appareil et ouvre les circuits primaires des transformateurs d'excitation.

Le couple, dans un appareil à aimant permanent, est proportionnel à la valeur moyenne du courant qui y passe, et puisque, pour les ondes de longueur constante, l'aire est proportionnelle à la valeur moyenne du courant, l'appareil donnera une indication proportionnelle à l'intégrale en fonction du temps du courant pulsatoire traversant la soupape V_1, et cette indication à son tour sera proportionnelle à la crête de l'onde de tension.

Étalonnage. — On étalonne l'instrument en parallèle avec les éclateurs normaux ou d'autres voltmètres de crête étalons et généralement on trace la graduation de telle sorte que l'appareil indique la valeur efficace d'une onde sinusoïdale ayant une crête d'ordonnée égale à celle de l'onde de tension mesurée. Ainsi étalonné, l'appareil équivaut à un éclateur à pointes ou à sphères.

Exactitude et corrections. — Avec le contact tournant effectuant la commutation aux points zéro symétriques de l'onde de courant, l'indication de l'appareil est théoriquement correcte avec toutes les formes d'onde contenant seulement des harmoniques impairs de la fréquence fondamentale à laquelle il a été étalonné. Avec les ondes de tension dissymétriques contenant des harmoniques pairs (ce qui se présente bien rarement dans les travaux d'essais), l'instrument indiquera la moyenne entre les valeurs de la crête positive et de la crête négative.

Avec les soupapes, chacune des ondes de la figure 2 donnera la même indication et le voltmètre de crête donnera une lecture théoriquement correcte. Avec les ondes ayant plus d'un maximum et d'un minimum par période, il y aura une erreur dépendant de l'amplitude et du nombre des dentelures de l'onde. La courbe en pointillé de la figure 3 représente une onde de tension ayant une dentelure de fréquence élevée placée de façon à rendre les indications de l'instrument très inexactes. Cette onde a sept maxima et sept minima par période.

[1] L.-W. CHUBB, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers le 8 février 1916 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXXV, février 1916, p. 121-128).

La ligne irrégulière en trait plein est la dérivée de la tension et représente le courant de capacité. L'intégrale en fonction du temps de l'onde de courant entre les points

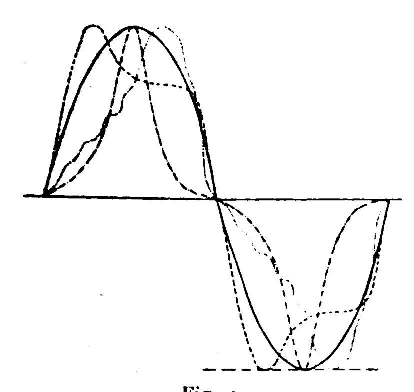


Fig. 2.

zéro A et B correspondant aux valeurs positive et négative de la crête de l'onde de tension, est une mesure de la valeur de la crête. Cette intégrale contient les aires positives M, N, O, P et les aires négatives T, U et V. Théoriquement, entre les points A et B, tout le courant, soit positif, soit négatif, devrait passer dans l'instrument de mesure, tandis qu'entre les points B et C aucun courant n'y devrait passer. Les courants de sens inverse à celui qu'on a adopté comme positif ne peuvent passer à travers les soupapes, de sorte que l'appareil intégrera toutes les aires positives et négligera toutes les aires négatives. Il est évident à première vue que cela causera une erreur notable. La Table ci-après indique que dans ce cas extrême l'erreur est de 26 pour 100.

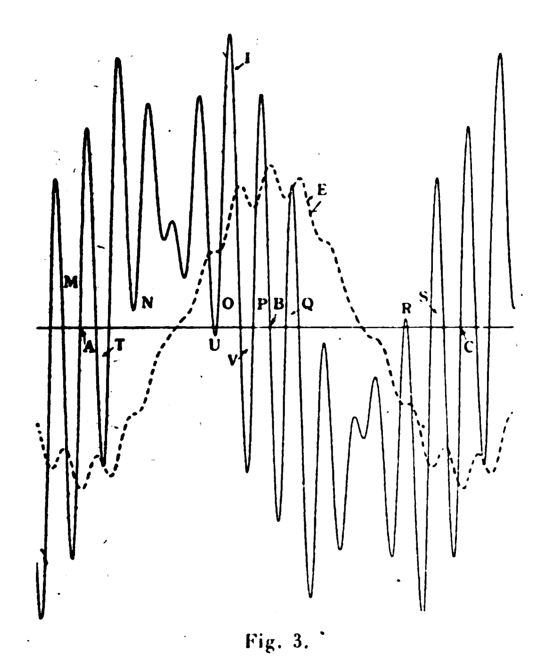


Fig. 3.

Comparaison entre l'intégrale correcte en fonction du temps de l'onde de courant de la figure 3, obtenue par un redresseur tournant, et le résultat fourni par le redresseur à cathode incandescente :

Aire.	Avec le redresseur tournant.		Avec le redresseur à cathode incandescente.	
	+	—	+	—
M..........	0,40	"	0,40	"
T..........	"	0,22	"	"
N..........	2,54	"	2,54	"
U..........	"	0,00	"	"
O..........	0,74	"	0,74	"
V..........	"	0,25	"	"
P..........	0,44	"	0,44	"
Q..........	"	"	0,22	"
R..........	"	"	0,00	"
S..........	"	"	0,25	"
Somme....	4,12	0,47	4,59	0,00
Net........	3,65	"	4,59	"

Les harmoniques de denture et les harmoniques résonnants, comme en montre la courbe d'onde de la figure 3, sont rares et peuvent être complètement évités par l'emploi de moyens convenables dans les circuits du transformateur.

Les indications de l'appareil varient proportionnellement à la fréquence et il y a des corrections à faire si celle-ci varie.

Applications. — On a constaté que le voltmètre de crête d'onde est très pratique pour les essais de diélectriques et pour mesurer la valeur de crête d'une tension pulsatoire ou alternative au laboratoire. Comme ses indications mesurent la différence entre les maxima positif et négatif d'une onde de tension périodique, il peut servir à mesurer les ondes pulsatoires dont le minimum est zéro, et aussi les ondes dissymétriques pour lesquelles on connaît la valeur d'une des crêtes.

En résumé, le voltmètre de crête d'onde est un appareil à lecture directe, indiquant, suivant son étalonnage, soit la valeur efficace d'une onde sinusoïdale ayant la même valeur de crête que l'onde à haute tension qui l'alimente, ou la vraie valeur de crête. Ses indications sont théoriquement correctes pour toutes les ondes déformées n'ayant pas plus d'un maximum et d'un minimum par période, et pratiquement exactes pour toutes les autres formes d'onde industrielles. L'instrument est d'un emploi sans danger, commode, et ne donne pas lieu à des surtensions par étincelles. Il faut employer les éclateurs normaux comme étalons primaires pour le calibrage de l'appareil seulement, conformément au paragraphe 354 du Règlement de l'American Institute, et employer le voltmètre de crête comme étalon secondaire pour le service courant.

P. L.

Voltmètres de crête d'onde [1].

Les efforts dans les diélectriques soumis à des tensions alternatives sont proportionnels au maximum plutôt

[1] C.-H. Sharp et E.-D. Doyle, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 8 février 1916 (*Proceedings of the A.I.E.E.*, t. XXXV, février 1916, p. 129-137).

qu'à la valeur efficace de ces tensions. Dans les essais à haute tension, on emploie cependant le voltmètre ordinaire, indiquant les valeurs efficaces, et l'on admet que le rapport entre le maximum et la valeur efficace de l'onde est celui qui convient à une onde sinusoïdale, 1,41, et, de plus, que ce rapport ne varie pas. Cependant, en dehors des déformations que présente ordinairement l'onde de tension des alternateurs par rapport à la sinusoïde, on rencontre, dans les essais à haute tension, des variations de la forme d'onde selon la charge du transformateur qui sont souvent très sérieuses et peuvent introduire de très graves erreurs, d'autant plus qu'elles peuvent être insoupçonnées.

Des exemples de ces variations sont fournis par les courbes des figures 1 et 2, relevées sur des installations

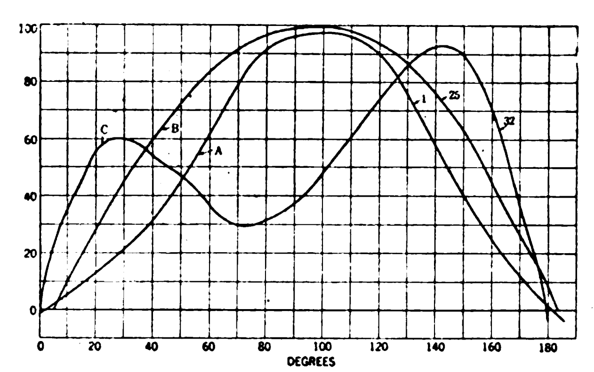


Fig. 1. — Onde de tension d'un transformateur d'essais :

A, marche à vide; facteur de crête = 1,11 × 1,41.
B, faible charge; » 0,98 × 1,41.
C, forte charge; » 1,15 × 1,41.

d'essai en cours de fonctionnement. La figure 2 est particulièrement remarquable car elle indique une variation de 25 pour 100 dans le facteur de crête pour une faible variation de la charge. De telles conditions sont particulièrement inadmissibles si, comme c'était le cas, on fait ainsi l'essai d'un produit de grande valeur marchande dans l'hypothèse que la forme d'onde est sinusoïdale et invariable.

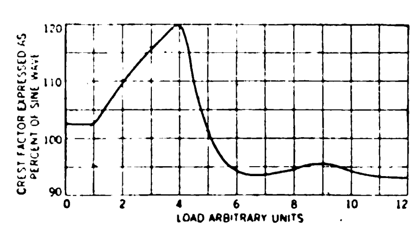


Fig. 2. — Variation, en fonction de la charge, du facteur de crête d'un transformateur d'essais; le facteur de crête étant exprimé en taux pour 100 de sa valeur dans une onde sinusoïdale.

Crest factor = facteur de crête;
load arbitrary units = unités arbitraires de charge.

Il existe un instrument, admis par le Règlement de l'American Institute of Electrical Engineers, qui permet de mesurer ces valeurs maxima de tension : c'est l'éclateur, soit à aiguilles, soit à sphères. Mais son principal inconvénient est de ne pouvoir être réglé que pour une seule tension et de ne témoigner des tensions auxquelles il est soumis que par sa destruction. On a dit fort justement que la mesure des tensions par l'éclateur est comme la mesure des intensités par un fusible.

Les auteurs ont imaginé une méthode permettant de lire les tensions de crête d'onde sur un instrument de mesure. Cette méthode est basée sur les propriétés de la soupape électrique, qui laisse passer le courant dans un sens et l'arrête dans le sens opposé. Si l'on met une telle soupape en série avec un voltmètre électrostatique, ce voltmètre se chargera à la tension maxima des ondes et gardera cette charge pendant un temps plus ou moins long, selon son isolement et celui de la soupape. Les indications de l'instrument seront indépendantes de la fréquence du courant et de la forme de l'onde, excepté de la valeur de sa crête. Le redresseur à arc au mercure peut servir de soupape, mais la plus commode est le tube à décharge ionique pure de Langmuir, qu'on a appelé *kénotron*. Langmuir a montré que, dans ces tubes à vide pratiquement parfait, la décharge est de sens absolument unique. La seule complication est qu'il faut chauffer la cathode par le courant.

Le montage est représenté par la figure 3, dont la moitié

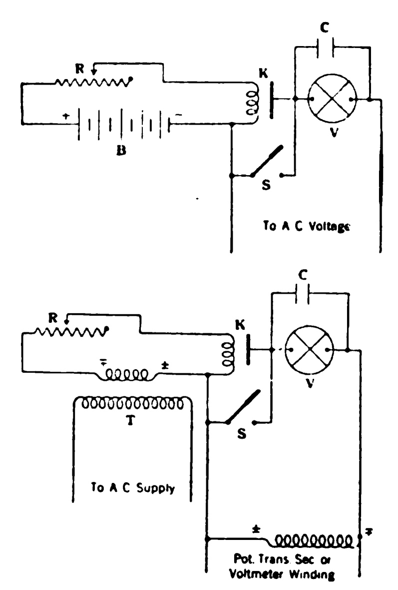


Fig. 3. — Schéma de montage pour la mesure des crêtes de tension.

V, voltmètre; C, condensateur; K, soupape électrique; B, T, batterie et transformateur de chauffage; S, interrupteur mettant en court circuit la soupape.

To A. c. supply = A la tension alternative; Pot. trans. sec. or voltmeter winding = Secondaire du transformateur de potentiel ou enroulement voltmétrique.

supérieure indique l'excitation du filament du kénotron par une batterie de quelques accumulateurs; la partie inférieure le montre excité par un courant alternatif pris

à la même source qui alimente les transformateurs d'essai et abaissé à une tension convenable. Ce second montage est évidemment préférable, mais on ne peut l'employer là où le transformateur à haute tension est alimenté par un alternateur séparé dont on règle la tension par l'excitation.

Dans les expériences dont il s'agit ici, on se servait d'un voltmètre à pivots, indiquant directement les volts sur une échelle et ayant une capacité d'environ $1,6 \times 10^{-4}$ microfarad. En parallèle avec lui, on place une capacité de 0,02 microfarad ou plus. Avec une capacité moindre en parallèle, les fuites de l'appareil sont assez grandes pour que ses indications ne représentent plus exactement la valeur de la crête d'onde; autrement dit, le réservoir de charge doit être assez grand pour que les fuites soient négligeables. De cette façon, l'appareil se charge à la tension maxima, sinon dans la première demi-onde, du moins dans les demi-ondes suivantes. Ce point est important quand on emploie l'instrument avec un réducteur à condensateur ou à grande résistance, car il permet de mettre la soupape et son voltmètre en parallèle avec une section d'une forte capacitance ou d'une forte résistance parcourue par le courant de haute tension, et le résultat obtenu est indépendant de la valeur réelle de la capacitance ou de la résistance du réducteur, il ne dépend que du rapport entre l'impédance de la section du réducteur sur laquelle le voltmètre est dérivé, et l'impédance totale. La capacitance du voltmètre lui-même est éliminée parce qu'il est maintenu à l'état de pleine charge, pourvu que les fuites soient faibles. Si l'on met en court circuit la soupape qui est en série avec le voltmètre, le voltmètre indiquera les valeurs efficaces, mais ces valeurs, au lieu de dépendre seulement du rapport ci-dessus, dépendent aussi de la capacitance du voltmètre.

Si l'appareil est monté directement sur un transformateur abaisseur ou sur des bobines voltmétriques, le rapport entre l'indication du voltmètre avec la soupape en série et son indication avec la soupape court-circuitée donnera immédiatement le facteur de crête de l'onde.

Un avantage important est que l'aiguille du voltmètre ne revient pas immédiatement en arrière quand la tension disparaît. Par exemple, si le diélectrique en essai se perfore et que la tension tombe, l'indication du voltmètre relevée un instant après la rupture donnera la tension qui a causé cette rupture.

Les courbes de la figure 4 ont servi à vérifier l'appareil (*voir* la table au-dessous de cette figure). L'onde A a été construite au moyen d'un harmonique fondamental sinusoïdal et d'un harmonique d'ordre 3; l'onde B représente l'harmonique fondamental seul; l'onde C, à crête aiguë, a été construite avec l'harmonique 3 et l'harmonique 5. Les facteurs de crête de ces diverses ondes ont été calculés d'après les formes d'onde tracées par un ondemètre et ont été déterminés aussi en employant un ondemètre comme voltmètre de crête et un voltmètre ordinaire pour avoir les valeurs efficaces. On peut comparer ces chiffres avec les valeurs du facteur de crête obtenues par le voltmètre à soupape, en court-circuitant la soupape pour avoir les valeurs efficaces; l'accord est très satisfaisant. La fréquence était de 60 p : sec.

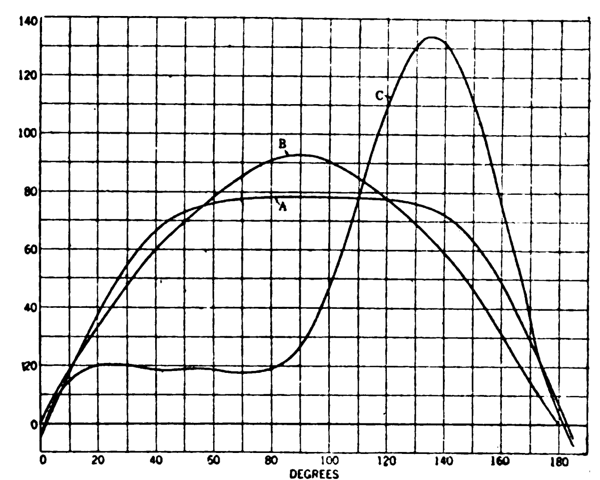


Fig. 4. — Formes d'ondes utilisées pour l'essai du voltmètre de crête.

	Facteur de crête donné par		
	onde calculée.	ondemètre et voltmètre-dynamomètre.	voltmètre de crête.
A.......	1128	1213	1218
B.......	1431	1435	1435
C.......	2040	2020	2090

Dans une autre série d'essais, on a remplacé le voltmètre électrostatique par un galvanomètre sensible à pivot unique mis en série avec une résistance de 1 mégohm et en parallèle avec un condensateur de 1 microfarad. On a relevé les indications du galvanomètre à des fréquences de 25 et 60 p : sec, et l'on a constaté que ses indications sont dans un rapport pratiquement constant avec celles du voltmètre électrostatique muni d'une soupape, quelle que soit la fréquence. Donc on peut employer, au lieu d'un appareil statique, un galvanomètre dérivé sur une capacitance suffisante.

Le dispositif décrit se prête à l'étude des ondes momentanées. Si on le relie à un câble par l'intermédiaire de transformateurs appropriés et si l'on proportionne convenablement la capacité de la valve et la capacitance, on peut adapter l'appareil à la captation des ondes momentanées de courant et de tension et à l'indication de leurs valeurs maxima. L'appareil ayant la propriété de maintenir quelque temps son indication, il est probable que le voltmètre électrostatique pourrait servir d'enregistreur intermittent, marquant les ondes qui se sont produites pendant un certain temps ou pendant le cours de certaines opérations. P. L.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

SOURCES A HAUT POTENTIEL.

Dispositif donnant une grande puissance à potentiel élevé et constant (1).

Le générateur en question a été conçu pour l'étude des spectres des rayons X et a donné de si bons résultats que l'auteur espère que son emploi sera apprécié des physiciens qui s'occupent de la même question. Dans sa forme actuelle il fournit 5 kw à des tensions comprises entre 10 000 et 100 000 volts, avec une variation moindre que 1 pour 100. Pour avoir une plus grande puissance avec la même constance dans la tension, ou une plus grande constance avec la même puissance, il suffit d'augmenter les dimensions des condensateurs.

Le principe appliqué dans cet appareil consiste en une adaptation nouvelle d'inductances et de capacités associées à des soupapes kénotron (2). Théoriquement le problème est d'autant plus facile à résoudre que la tension est plus élevée, parce qu'il faut alors des inductances et des capacités moindres et que le fonctionnement du kénotron est indépendant de la fréquence. Une fréquence de 2000 p : s a paru suffisante pour le but présent; elle est facile à produire et à transformer.

Le schéma du dispositif est représenté en figure 1. Un courant alternatif de 2000 p : s et 150 volts est élevé au potentiel désiré par le transformateur T, redressé par les kénotrons K_1 et K_2 et finalement stabilisé par la présence des condensateurs C_1 et C_2 (de 0,001 microfarad chacun) et des inductances L_1 et L_2 (de 100 henrys chacune), connectés de la manière indiquée. Le potentiel constant est mesuré par un voltmètre ordinaire V en série avec une résistance de 10 mégohms.

Le rôle du condensateur C_1 est d'emmagasiner assez d'énergie pendant la faible fraction du cycle où il se charge pour la rendre au système pendant le reste de la période. Aux inductances L_1 et L_2 et au condensateur C_2 incombe le soin d'assurer à cette énergie un débit sensiblement constant. La capacité du condensateur C_1 dépend de la puissance que l'on veut utiliser.

On peut donner du rôle de l'inductance $L_1 + L_2$ et du condensateur C_2 l'explication suivante : la tension redressée aux bornes du condensateur C_1 est ondulée et décomposable en une tension constante et une tension alternative développable en série de Fourier dont l'onde fondamentale a une fréquence de 2000 p : s. A chacune des composantes de la série, $L_1 + L_2 = L$ offre une impédance très élevée comparée à celle du condensateur C_2. Par conséquent leur amplitude aux bornes de C_2 sera plus petite qu'aux bornes de C_1 dans le rapport

$$\frac{1}{1 + LC_2\omega^2};$$

on voit qu'il est possible de réduire cette amplitude autant qu'on le désire en augmentant L et C_2.

Pour les valeurs de L et C données plus haut, ce rapport est $\frac{1}{30}$ pour l'onde fondamentale ($\omega = 2000$ p : s); $\frac{1}{120}$ pour le premier harmonique ($2\omega = 4000$ p : s) et ainsi de suite. Les composantes de très haute fréquence, aussi bien de l'onde rectifiée que de l'onde directe, peuvent toujours être assez réduites pour qu'elles n'atteignent jamais l'ampoule à rayons X; et cela a toujours lieu que le circuit soit ouvert ou fermé. Ce fait est très important et entièrement subordonné à l'introduction d'une capacité dans la position C_2. A propos des circuits de cette nature, on admet généralement que la présence d'une inductance a pour effet d'étouffer spontanément les ondes de haute fréquence; le dispositif actuel est un excellent exemple du contraire. Sans la capacité C_2 l'inductance

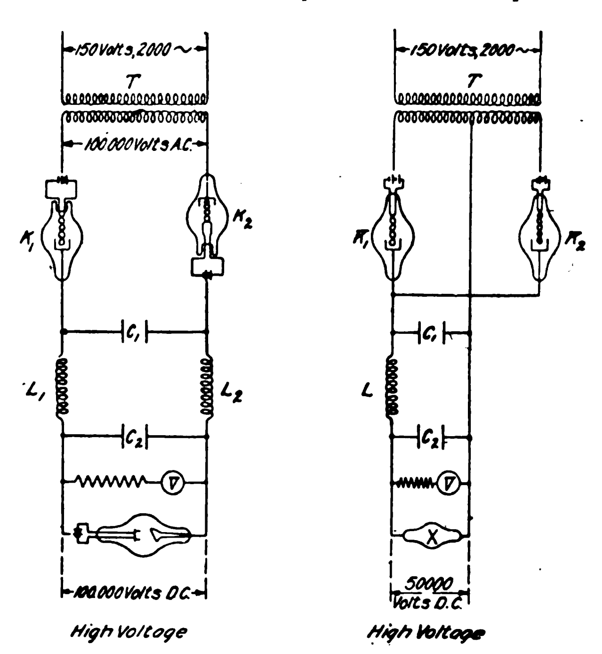


Fig. 1. — Dispositif de A.-W. Hull pour l'obtention de tensions continues constantes supérieures à 50 000 volts aux bornes d'un tube à rayons X.

Fig. 2. — Variante du dispositif de la figure 1 pour des tensions inférieures à 50 000 volts.

---

(1) A.-W. Hull, Communication au Congrès de Columbus de la Physical Society du 28 au 30 décembre 1915 (*Physical Review*, t. VII, mars 1916, p. 405-407).

(2) *La Revue électrique*, t. XXIII, 13 mars 1915, p. 254.

n'aurait aucune action sur des oscillations de n'importe quelle fréquence, puisque l'impédance d'un tube à rayons X, c'est-à-dire le rapport de l'accroissement de tension à l'accroissement de courant, est presque infinie pour toutes les fréquences, même si le tube est traversé par un nombre important de milliampères.

La meilleure répartition des capacités entre les condensateurs C_1 et C_2 est celle pour laquelle

$$C_1 = C_2 + \frac{1}{L\omega^2}.$$

La plus grande variation de tension δV pour un courant continu donné i avec une capacité totale $C = C_1 + C_2$ est

$$\delta V = \frac{8\pi i}{L\omega^3\left(C + \frac{1}{L\omega^2}\right)^2}.$$

Pour les tensions inférieures à 50 000 volts, il vaut mieux adopter le montage de la figure 2. On connecte les deux kénotrons en parallèle, et non plus en série, aux bornes du secondaire du transformateur. Dans ces conditions, chaque soupape redresse une alternance et, si l'on prend pour l'une des bornes secondaires le milieu de l'enroulement haute tension du transformateur, on voit que la plus basse fréquence est maintenant de 4000 p : s, ce qui se traduit par un accroissement dans le rendement des condensateurs. Pour augmenter l'intensité du courant redressé, il suffit de grouper les condensateurs, qui sont formés d'éléments, de 10 000 volts chacun, en série parallèle pour les plus basses tensions de façon à augmenter la capacité.

Ce dispositif donne aux bornes du tube une puissance de 5 kw à une tension continue constante, dont les fluctuations sont certainement inférieures à 1 pour 100. Si l'on se contente de 3,5 kw, soit 65 milliampères et 50 000 volts, les variations n'atteignent même pas 0,1 pour 100; elles ne sont pas perceptibles sur les oscillogrammes. B. K.

L'absorption des gaz par les ballons de quartz sous l'influence des décharges électriques; R.-S. WILLOWS et H.-T. GEORGE (Communication à la séance du 10 mars 1916 de la Physical Society de Londres). — Poursuivant des recherches antérieures sur l'absorption des gaz sous l'influence des décharges électriques, les auteurs ont obtenu les résultats suivants : Un ballon de quartz neuf n'absorbe pas l'air; mais, si on le charge de doses répétées d'hydrogène, sous l'influence de décharges sans électrodes, il devient très actif. Si l'on fait alterner les décharges dans l'hydrogène avec les décharges dans l'air, le ballon peut absorber de grandes quantités de chaque gaz, et son activité pour chacun augmente graduellement. Les auteurs rejettent la théorie de l'absorption superficielle et, au moins pour leurs expériences, la théorie de Swinton d'après laquelle le gaz est bombardé dans les parois et s'y maintient. Ils supposent qu'il y a action chimique avec l'air et qu'il se forme des produits d'oxydation, réduits ensuite par l'hydrogène. Ce processus est comparé à la formation des plaques dans une pile de Planté, l'absorption de l'hydrogène correspondant au chargement, et celle de l'air au déchargement de la pile. Des essais pour produire les mêmes effets par un traitement chimique ont réussi en partie, en particulier en fatiguant le ballon jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'absorption.

Pompe à vide à vapeur de mercure à grande vitesse; Irving LANGMUIR (*Physical Review*, juillet 1916, p. 48-50). — On a beaucoup utilisé, ces dernières années, l'action de jets de vapeur mis en action par des aspirateurs et des éjecteurs pour produire des vides partiels. Le jet a pour effet : 1° d'attirer le gaz environnant et de le fixer dans sa masse; 2° de transporter ce gaz dans la chambre de condensation. Les aspirateurs cessent de fonctionner aux très basses pressions parce que la première de ces actions ne se produit plus : les molécules qui s'échappent du jet en vertu de la théorie cinétique compensent celles qui sont attirées. — Mais, si, pour de basses pressions, on peut faire entrer le gaz dans le jet et empêcher les molécules qui s'en échappent de faire retour dans le récipient où le vide doit être réalisé, on conçoit qu'il puisse être possible de construire une pompe à jet de vapeur fonctionnant aux plus basses pressions. Gaede a utilisé récemment (*Ann. der Phys.*, t. XLVI, 1915, p. 357), dans sa *pompe à diffusion*, un courant de vapeur de mercure pour transporter le gaz que l'on veut extraire; ce gaz entre dans le jet par diffusion à travers un diaphragme à parois poreuses, ou, ce qui revient au même, à travers une fente de largeur comparable au libre parcours moyen des atomes de mercure dans le jet. Il faut donc avoir une fente très étroite (environ 0,1 mm), ce qui rend relativement lent le fonctionnement de la pompe. On sait que Gaede définit la vitesse S de fonctionnement d'une pompe par la relation

$$S = \frac{V}{t} \operatorname{Log}_n \frac{p_0}{p},$$

V désignant le volume du récipient où l'on veut faire le vide et t le temps nécessaire pour que la pression tombe de p_0 à p. Voici, d'après Gaede, les vitesses de fonctionnement de ses diverses pompes, sous un vide de 0,001 mm de mercure :

Pompe rotative à mercure.....	$S =$ 120 cm³ : sec
Pompe moléculaire...........	$S =$ 1300 —
Pompe à diffusion............	$S =$ 80 —

Le grand avantage des pompes à diffusion est de fournir une vitesse S constante jusqu'aux pressions les plus basses, alors que la valeur de cette vitesse décroît rapidement pour toutes les autres pompes quand la pression tombe bien au-dessous de 0,001 mm. — La pompe que décrit M. Irving Langmuir met en œuvre d'autres méthodes que la diffusion à travers des fentes étroites pour introduire le gaz dans le courant de vapeur de mercure. Aussi permet-elle d'atteindre des vitesses de fonctionnement très élevées. Avec de l'air cette vitesse augmente rapidement à mesure que la pression diminue jusqu'à une valeur limite de 4000 cm³ par seconde pour des pressions inférieures à 10 baries; cette vitesse demeure ensuite constante jusqu'aux pressions les plus basses. Pour l'hydrogène la vitesse limite est de 7000 cm³ par seconde.

Constatation d'un troisième effet Volta et confirmation expérimentale de l'explication donnée; Ed. SARASIN et Th. TOMMASINA (*C. R. Acad. des Sc.*, 29 mai 1916, p. 832-835). — Continuant leur travail déjà signalé dans la *Littérature des Périodiques* du 7 avril 1916, les auteurs ont effectué diverses expériences dont les résultats confirment leurs conclusions antérieures. Ces nouveaux résultats expérimentaux démontrent que l'effet Volta et l'effet pile, qui modifient tous deux la conductibilité du milieu ionisé, sont non seulement de même nature, mais encore de même ordre de grandeur au point de vue de leur potentiel.

VARIÉTÉS.

COURANTS VAGABONDS.

Effets de l'électrolyse sur les constructions et canalisations (1).

1. *Voies de chemins de fer électriques et leur infrastructure.* — Lorsque la terre sert de conducteur de retour, la zone de passage du courant entre les rails et le sol est en général assez étendue pour que la densité du courant reste partout très faible. Les actions électrolytiques sont alors peu accentuées et le rail est hors d'usage par l'usure du plancher avant d'être rongé sensiblement par l'électrolyse.

Dans des circonstances particulières, on observe une attaque rapide de la base du rail et des tire-fond : c'est que le ballast en contact avec le rail est humide; l'effet st marqué surtout si l'eau est chargée de sels. Il faut alors augmenter autant que possible la résistance entre la voie et le sol et si cela ne suffit pas, diminuer la chute de potentiel le long de la voie.

Les effets de l'électrolyse se font sentir surtout sur les viaducs et les tunnels métalliques.

Les viaducs constituent en général des conducteurs métalliques de faible résistance et sont parfois reliés aux voies pour servir de retour au courant. Dans une importante installation de ce genre, on a observé que des courants relativement intenses étaient dérivés, par l'intermédiaire des piliers et de leurs fondations, jusqu'aux canalisations et aux câbles sous plomb placés dans le sol. Ceux-ci et la base des piliers étaient fortement endommagés par l'électrolyse. Pour y remédier, on isola complètement le métal du viaduc des voies et du conducteur négatif : et pour assurer le retour du courant, on disposa des feeders négatifs, formés par des câbles nus, sur les traverses de bois; le bois assurait un isolement suffisant.

On réalise en outre un certain nombre de points neutres, en reliant la voie à l'infrastructure par des résistances convenables, afin d'éviter des différences de potentiel excessives entre les deux, en cas de fonctionnement anormal. Ces points sont choisis là où la voie se trouve sensiblement au potentiel du sol dans les conditions normales; aucun courant ne passe alors de l'un à l'autre.

Les tunnels, sous terre ou sous rivière, sont souvent constitués par des anneaux de fonte, formés par des segments assemblés dont la longueur est en général de 0,60 m. Les joints sont fréquemment garnis de plomb ou d'un autre bourrage. La résistance d'un tunnel ainsi bâti consiste principalement dans la résistance des joints : elle est très variable et peut être relativement élevée. Par exemple, un tel bâti dont la section transversale était de 0,80 m² présentait une résistance variant de 0,0007 à 0,035 ohm par 100 m de longueur, soit de 5 à 250 fois la résistance d'un métal continu de même section. Si le bâti communique avec les voies, il joue le rôle d'une plaque de terre de grandes dimensions et dérive le courant vers le sol : le bâti est rongé rapidement par l'électrolyse. Sur le New York Railroad, où les rails et les tire-fond placés sur un sol humide avaient été rongés en deux ans, il a suffi d'établir des drains sous la voie pour dessécher le ballast et supprimer cet effet.

Il conviendra donc à l'avenir, dans la construction des viaducs ou tunnels destinés aux chemins de fer électriques, de maintenir la résistance entre la voie et l'infrastructure la plus grande possible. Le cas échéant, on formera des points neutres, en reliant les deux par des connexions de résistance convenable, qui en temps normal, ne devront être parcourues par aucun courant.

Dans une installation existante, où il serait impossible de relever suffisamment la résistance entre la voie et le support, le moyen le plus pratique pour réduire les courants dérivés sera de diminuer la chute de potentiel le long de la voie.

2. *Câbles souterrains à gaine de plomb.* — Ces câbles, destinés aux distributions d'énergie ou aux communications téléphoniques, sont en général placés dans des caniveaux en terre cuite, en béton, en fibre ou en bois. Si le sol est humide, l'humidité pénètre dans le caniveau et établit un contact entre le sol et la gaine de plomb. Comme celle-ci est assez mince et que d'autre part l'équivalent électrochimique du plomb est presque quatre fois celui du fer, elle peut être en peu de temps détruite par l'électrolyse que provoquent les courants vagabonds.

Les caniveaux doivent être construits de manière que la résistance entre le sol et la gaine soit la plus élevée possible; il convient par suite qu'ils soient imperméables à l'eau et drainés au voisinage des regards.

Le mode de protection le plus usité de la gaine consiste à la relier au conducteur de retour du chemin de fer électrique (drainage électrique), de manière à constituer un circuit entièrement métallique. Il importe que toutes les gaines soient ainsi reliées au conducteur de retour, et par le chemin le plus direct à la barre négative. La liaison avec les voies n'est pas à recommander parce que la résistance introduite par les joints contrarie l'effet du drainage. Ce qu'on cherche à réaliser c'est que la gaine devienne légèrement négative par rapport au terrain qui l'entoure et aux autres installations noyées dans le sol. Si la différence était trop grande; si, comme on dit, il y avait « surdrainage », il faudrait intercaler une résistance sur le drain. Autrement, ce sont les installations voisines tuyaux, câbles etc., qui souffriraient des effets de l'électrolyse produite par les courants qui passeraient de ces tuyaux à la gaine.

Il vaut mieux relier directement le câble de drainage à une sous-station du chemin de fer. On y insère un ampèremètre et un interrupteur. On relève au moins une fois par jour l'indication de l'ampèremètre, et l'on est ainsi averti des perturbations qui peuvent se produire.

(1) A.-F. Ganz, Mémoire présenté au Congrès international des Ingénieurs de San Francisco (*Electrician*, t. XXVI, 2 novembre 1915, p. 199-202).

Dans certains cas, on a ménagé sur la gaine des joints isolants : mais il faut veiller à ce qu'il ne s'établisse à travers le joint une différence de potentiel suffisante pour endommager la gaine. Il arrive souvent que, dans les réseaux souterrains qui envoient des branchements dans les édifices, des courants intenses circulent entre la gaine de ces branchements et les canalisations de tuyaux, par suite d'un contact accidentel à l'intérieur de l'édifice. On y remédie en plaçant un joint isolant sur la gaine du branchement ou sur les canalisations à l'intérieur. C'est une précaution que prennent la plupart des grandes sociétés dans leurs installations téléphoniques.

Lorsque les branchements sont logés dans des tuyaux de fer, il arrive que des courants notables passent du sol au tuyau et ensuite aux gaines des branchements et des câbles principaux. On les supprime par un joint isolant placé sur la gaine du branchement à l'endroit où il sort du tuyau, et avant sa liaison avec le câble principal.

Le joint isolant trouve aussi sa place aux deux extrémités d'un pont en fer, sur lequel passe un câble dans un tuyau de fer qui est en contact avec la masse du pont et par suite avec les voies du chemin de fer électrique.

On réalise à bon compte un joint isolant en coupant dans la gaine une étroite bande et recouvrant l'ouverture d'un isolant qui empêche l'introduction de l'humidité.

3. *Canalisations souterraines.* — Les tuyaux d'eau, de gaz, etc. peuvent être assemblés par des joints à vis, par des joints au plomb ou au ciment.

La résistance des joints à vis est du même ordre que celle du tuyau : celle des joints au plomb est beaucoup plus élevée (équivalente à celle d'un tronçon de tuyau long de quelques mètres ou de quelques centaines de mètres, suivant les cas); le ciment peut être considéré comme isolant.

On a essayé d'isoler ces tuyaux du sol par divers enduits : mais il est très difficile d'obtenir une couche continue et s'il existe des points faibles ou découverts, le courant se concentre sur ces points et le tuyau enduit est plus attaqué qu'un tuyau nu.

On obtiendrait un isolement efficace en revêtant le tuyau d'une couche épaisse de 2 à 5 cm de brai ou d'asphalte, préparé de manière qu'il soit juste assez consistant pour rester en place. Mais le prix de revient est tel que ce procédé ne saurait être appliqué, sauf dans des cas spéciaux. Le ciment et le béton sont insuffisants, même sur une forte épaisseur, car, exposés à l'humidité, ils sont conducteurs.

Le moyen le plus pratique d'empêcher les courants de passer par les canalisations consiste à disposer sur celles-ci un nombre suffisant de joints isolants. Il faut s'assurer par des mesures qu'entre le côté positif du joint et le sol ne passe pas un courant d'intensité assez grande pour que les tuyaux soient endommagés. Le nombre de joints nécessaires dépend du gradient du potentiel le long du tuyau et de la résistance du sol. Quant à leur longueur, elle est indifférente; car pratiquement la résistance d'un joint long ou court est la même.

Lorsque les canalisations croisent des voies électriques ou les suivent sur une certaine distance, il est très difficile de les protéger. Les joints isolants augmentent plutôt les effets destructeurs de l'électrolyse : le tuyau prend en effet d'un côté du joint un potentiel notablement plus élevé que celui du sol.

Dans quelques cas, on a obtenu de bons résultats en isolant les voies du sol sur une centaine de mètres de part et d'autre du croisement.

En certaines circonstances, on a observé des courants intenses, dans un sens comme dans l'autre, localisés dans des sections où les voies électriques étaient nombreuses et très voisines des canalisations. Celles-ci ont pu être protégées par des joints isolants assez rapprochés établis sur les sections exposées. Ailleurs on a recouvert la section d'une épaisse couche d'isolant et on l'a isolée par deux joints placés à chacune de ses extrémités.

Par exemple, dans une section d'une canalisation en acier de 0,20 m de diamètre, longue d'environ 10 km, on a établi 36 joints isolants en des points choisis et recouvert le tuyau d'une couche de parolite épaisse de 2,5 à 5 cm; le tout était enveloppé d'une caisse en bois reposant sur des blocs de verre. La longueur totale des portions ainsi protégées atteignait 5,5 km. Mais pour garantir les autres parties de la canalisation, il eût fallu les recouvrir complètement d'isolant, ce qui aurait entraîné une dépense inadmissible.

Les dangers provenant de l'électrolyse sont grands surtout pour les canalisations de gaz, car le gaz peut s'échapper des tuyaux endommagés et être enflammé par des étincelles; il importe donc d'établir des joints isolants sur ces tuyaux.

Dans beaucoup de villes américaines, on emploie le drainage électrique pour les canalisations d'eau et de gaz, mais les données qui ont été publiées ne permettent pas de juger complètement l'efficacité de ce système, car elles ne fournissent aucune indication sur la chute de potentiel à travers les joints ou la différence de potentiel entre les tuyaux et les constructions souterraines qui les avoisinent.

Toutefois le drainage s'applique moins aisément aux canalisations qu'aux câbles sous plomb. D'abord la gaine des câbles forme un conducteur continu, tandis que les joints des canalisations possèdent une grande résistance : en outre, la gaine ne touche en général le sol que par une partie de sa surface, étant logée dans un caniveau. Les tuyaux au contraire sont noyés à même dans le sol et présentent avec lui une surface de contact considérable. Aussi le drainage a pour effet d'augmenter l'intensité du courant dans le tuyau et il arrive que le courant contourne les joints.

L'existence de ces courants représente un grand danger quand le tuyau renferme un gaz ou un liquide combustible ou traverse des espaces clos où des gaz inflammables peuvent s'accumuler. Il s'est produit assez fréquemment un arc entre deux portions d'une conduite coupée pour la réfection d'un joint. Aussi, dans ce cas, est-il d'usage de relier les deux côtés de l'interruption par un fort fil de cuivre. Si les canalisations d'eau et de gaz pénètrent dans un édifice, de forts courants peuvent être dérivés dans cet édifice et constituer un sérieux danger d'incendie.

Le drainage doit être étendu à toutes les canalisations souterraines, de manière qu'en aucun endroit il n'y ait

entre des pièces métalliques voisines une différence de potentiel notable. Dans ces conditions il est très onéreux : il a en outre l'inconvénient d'augmenter dans une large mesure l'intensité des courants circulant dans les constructions souterraines et de créer des zones dangereuses, réparties irrégulièrement et sur des points inconnus.

A Pittsburgh, des câbles de drainage ayant une section totale de 86 cm² relient les canalisations partant de la centrale du chemin de fer électrique et prennent presque la moitié du courant total de la centrale.

Pour diminuer les courants allant aux tuyaux, il faut les éloigner autant que possible des voies et éviter avec soin tout contact métallique entre les deux. Il faut installer des joints isolants à l'entrée des tuyaux dans les remises des voitures, parce qu'autrement ils peuvent être en communication avec les voies par l'intermédiaire de la charpente.

4. *Fondations en fer des bâtiments, des ponts : constructions en ciment armé.* — Les charpentes en fer des bâtiments reçoivent souvent des courants provenant des tuyaux ou câbles qui se détachent des canalisations principales souterraines. Si ces courants prennent une intensité notable, il faut établir des joints isolants sur les branchements.

Le métal des constructions en ciment ou béton armé n'est exposé aux dangers de l'électrolyse que dans des circonstances particulières : quand il existe une chute de potentiel exagérée dans le sol au voisinage des fondations, ou quand les courants proviennent des canalisations souterraines, soit sous forme de courants vagabonds, soit par suite d'un contact direct entre l'armature et un conducteur d'une ligne de distribution électrique dont l'autre est relié au sol.

Ici encore le remède consiste dans l'introduction des joints isolants. On a proposé aussi de relier toutes les parties de l'armature entre elles et au pôle négatif d'un générateur à basse tension. Mais cette disposition a l'inconvénient de détruire la liaison entre le métal et le ciment.

A la station centrale terminus du New York Central Railroad, les voies sont isolées des charpentes métalliques; elles reposent sur des traverses de bois noyées dans du béton ou du ballast en cailloux, ce dernier est soigneusement drainé pour le maintenir sec. Toutes les canalisations, tuyaux ou câbles, pénétrant dans les bâtiments, portent des joints isolants. Toutes les autres canalisations, traversant la station au niveau de la rue sont sur des traverses en bois, placées sur un lit de sable bien drainé. Une sous-station est disposée dans la gare même pour réduire la chute de voltage le long de la voie et la charpente est reliée à la barre omnibus négative de cette sous-station.

Règlements anglais et allemands. — En Angleterre, les règlements du Board of Trade fixent à 7 volts au maximum la différence de potentiel entre deux points quelconques d'un circuit de retour non isolé. En fait dans la plupart des installations de transport électrique anglaises, cette différence ne dépasse pas 4 volts. Dans ces conditions, toute autre mesure de protection des canalisations devient superflue.

En Allemagne, un Comité formé par les représentants des associations intéressées a adopté les règles suivantes, qui sont actuellement suivies, bien qu'elles n'aient pas de caractère officiel. La différence de potentiel entre deux points d'un circuit non isolé ne doit pas, en charge normal, être supérieure à 2,5 volts dans l'intérieur des agglomérations et d'une zone de 2 km. Au delà, la chute de potentiel doit être au plus de 1 volt par kilomètre.

Résumé des moyens a employer contre l'électrolyse. — 1° Augmenter le nombre des stations fournissant l'énergie directement, de manière à réduire le champ d'action de chacune d'elles.

2° Augmenter la conductibilité des voies en employant des rails de forte section, des joints conducteurs, des liaisons transversales et tous autre moyens analogues.

3° Éloigner le courant des voies en installant, pour le retour, des feeders isolés et isolant du sol la barre omnibus négative de la station génératrice.

4° En augmentant jusqu'à la limite du possible la résistance entre les voies et le sol.

Sur un chemin de fer existant, le moyen le plus simple de réduire la chute de voltage le long des voies est l'établissement de feeders de retour isolés. Si les voies doivent être reliées à la barre négative de la station génératrice, il faut insérer une résistance telle que la chute de potentiel y soit sensiblement la même que dans les feeders. L'efficacité de ce système est indépendante du poids de cuivre employé.

Il ne faut pas le confondre avec le système qui consiste à mettre des feeders en parallèle avec les voies; dans ce cas, la chute de voltage dans les voies n'est réduite que dans la proportion où la conductibilité du circuit est augmentée : si elle était élevée, on serait amené à employer pour les feeders un poids de cuivre inadmissible. Dans le feeder isolé, la chute de voltage peut être aussi grande que le réclame l'économie de cuivre, toutefois aux dépens d'une perte d'énergie; mais cette perte est inévitable quand on veut réduire l'intensité des courants vagabonds et les dangers qui en résultent pour les constructions souterraines.

Le marché du graphite (*Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 15 septembre 1916, p. 42-43). — Le cours moyen du graphite est actuellement de 1700 fr la tonne, alors qu'au 30 juin 1915 il était de 625 fr. La production de notre colonie de Madagascar, qui atteignait déjà 7500 tonnes en 1914, est actuellement d'environ 1000 tonnes par mois. Mais elle pourrait être dépassée si un décret du 12 février dernier n'avait empêché l'exportation du graphite sur les Etats-Unis qui en sont de forts consommateurs et qui, forcés de s'approvisionner de graphite de Ceylan par l'intermédiaire de Londres, le paient très cher. Aussi l'auteur de l'article émet-il le vœu qu'il soit enquêté sur les besoins de la défense nationale et que les excédents puissent être exportés aux Etats-Unis en prenant certaines précautions pour que seules les usines américaines travaillant pour les Alliés s'approvisionnent ainsi. Il en résulterait pour les exploitants de Madagascar un accroissement de bénéfices qui les inciterait à augmenter leur production.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Décret du 23 septembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

ARTICLE PREMIER. — Les délais accordés par les articles 1er et 5 du décret du 27 septembre 1914 pour le payement des sommes dues par les entreprises d'assurance, de capitalisation et d'épargne et prorogés par l'article premier des décrets des 27 octobre, 29 décembre 1914, 23 février, 24 avril, 26 juin, 28 août, 30 octobre, 20 novembre 1915, 15 janvier, 18 mars, 19 mai et 18 juillet 1916 sont prorogés, à dater du 1er octobre 1916, pour une nouvelle période de *soixante* jours francs, sous les conditions et réserves ci-après, le bénéfice de cette prorogation étant étendu aux contrats à échoir, avant le 1er décembre 1916, pourvu qu'ils aient été conclus antérieurement au 4 août 1914. Pendant la durée de cette prorogation, les entreprises seront tenues de payer : 1° En matière d'assurance sur la vie, 50 pour 100 du capital ou du rachat stipulé, jusqu'à concurrence de 25 000 fr, et l'intégralité des rentes viagères; 2° en matière d'assurance contre les accidents du travail, l'intégralité des allocations temporaires et rentes viagères dues en vertu de la loi du 9 avril 1898 et des lois qui l'ont modifiée ou complétée; 3° en matière d'assurance contre les autres accidents de toute nature, l'intégralité de l'indemnité temporaire et du capital ou de toutes autres indemnités dues; 4° en matière d'assurance contre l'incendie et contre tous risques autres que ceux prévus aux alinéas précédents, l'intégralité des sinistres; 5° en matière de capitalisation, l'intégralité du capital des bons ou titres venus à échéance; 6° en matière d'épargne, et seulement en ce qui concerne les sociétés visées au Titre II de la loi du 3 juillet 1913, 40 pour 100 du capital revenant aux intéressés par suite de l'échéance de leurs séries ou participations ou par suite du décès pour les sociétés dont les placements se font en constructions de maisons payables à tempérament, et 75 pour 100 pour les autres sociétés. Le bénéfice de ces dispositions ne pourra être invoqué par l'assuré ou l'adhérent qu'à condition que le montant de la prime ait été versé, et en matière d'assurance contre les accidents et l'incendie que les déclarations de salaires et de sinistres aient été faites, conformément aux prescriptions du contrat.

ART. 2. — En matière d'assurance sur la vie, l'assureur, un mois après l'envoi d'une lettre recommandée restée sans effet, reproduisant le texte de la présente disposition et invitant l'assuré à acquitter les primes arrivées à échéance ou à prendre l'engagement de les acquitter, en une ou plusieurs fois à son gré, dans le délai de deux années après la cessation des hostilités, ne sera responsable, en cas de décès de l'assuré, que jusqu'à concurrence de la valeur acquise à la police conformément aux conditions du contrat. Toutefois, les clauses des polices d'assurances retrouveront leurs pleins effets, pour les primes échues et à échoir, à l'égard des assurés des sociétés à forme mutuelle qui ne payent aucune commission ni aucune rétribution, sous quelque forme que ce soit, pour l'acquisition des assurances et qui l'ont stipulé dans leurs statuts. Les dispositions des alinéas précédents ne vaudront pas à l'égard des assurés présents sous les drapeaux, ou domiciliés dans les régions envahies, ou retenus en territoire ennemi, ou se trouvant hors de France ou d'Algérie pour service public; le recouvrement de leurs primes échues au cours de la période pendant laquelle ils sont restés couverts de leur risque se fera dans des conditions qui seront déterminées après les hostilités.

ART. 3. — Les prorogations spécifiées aux articles précédents sont purement facultatives pour les débiteurs; les sommes dont le payement est suspendu en vertu desdits articles portant intérêt de plein droit au taux de 5 pour 100 à partir du jour où le payement était primitivement exigible. L'intérêt est dû dans les mêmes conditions par l'assuré pour le montant des primes qu'il n'a pas versées à l'époque fixée par le contrat. Les dispositions des deux alinéas ci-dessus ne font pas obstacle à l'application de toutes clauses contractuelles qui stipuleraient un taux d'intérêt plus élevé.

ART. 4. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont portées, par simple requête de la partie la plus diligente, devant le président du tribunal civil, qui statue en référé. Sa décision est exécutoire, par provision, nonobstant appel.

ART. 5. — Les dispositions du présent décret ne sont pas applicables aux sociétés d'assurances mutuelles agricoles régies par la loi du 4 juillet 1900.

ART. 6. — Les dispositions du présent décret s'appliquent aux entreprises d'assurances, opérant en France, des pays alliés ou neutres; toutefois, leur bénéfice serait refusé à ces entreprises dans le cas où le pays où elles ont leur siège social prendrait des mesures analogues sans en assurer l'application aux entreprises françaises.

ART. 7. — Les dispositions du présent décret sont applicables à l'Algérie.

(*Journal officiel*, 26 septembre 1916.)

Décret du 28 septembre 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

ARTICLE PREMIER. — Il est accordé de plein droit, dans tous les départements, aux locataires présents sous les drapeaux, pour le payement des termes de leur loyer qui, soit par leur échéance normale, soit par leur échéance prorogée par les décrets des 14 août, 1er et 27 septembre, 27 octobre, 17 décembre 1914; 20 mars, 17 juin, 14 septembre, 28 décembre 1915; 28 mars et 28 juin 1916, deviennent exigibles à dater du 1er octobre jusqu'au 31 décembre 1916 inclusivement, un délai qui expirera le 1er janvier 1917. Ces dispositions sont applicables aux veuves des militaires morts sous les drapeaux depuis le 1er août 1914, aux femmes des militaires disparus depuis la même date ou aux membres de leur famille qui habitaient antérieurement avec eux les lieux loués, ainsi qu'aux militaires réformés à la suite de blessures ou de maladies contractées à la guerre pendant les six mois qui suivent la date de la réforme. Les locataires appelés sous les drapeaux et qui, par la suite, auraient été placés en sursis d'appel ou renvoyés dans leurs foyers conserveront, dans tous les cas, le bénéfice des prorogations qui leur ont été accordées pour les termes courus pendant la période correspondante à leur présence effective sous les drapeaux. En cas de décès du locataire après sa mise en sursis d'appel ou son renvoi dans ses foyers, sa veuve ou ses héritiers en ligne directe jouiront dans les mêmes limites du bénéfice de la prorogation. Sont également admises au bénéfice des dispositions prévues au premier alinéa du présent article les Sociétés en nom collectif dont tous les associés et les Sociétés en commandite dont tous les gérants sont présents sous les drapeaux.

ART. 2. — Il est accordé aux locataires non présents sous les drapeaux un délai de même durée que celui prévu à l'article 1er et pour le payement des mêmes termes, à la condition qu'ils rentrent dans les catégories ci-après : 1° dans les portions de territoire énumérées au tableau annexé au présent décret, tous les locataires, quel que soit le montant de leur loyer; 2° à Paris, dans les communes du département de la Seine et dans les communes de Saint-Cloud, Sèvres et Meudon (Seine-et-Oise), les locataires

dont les loyers annuels rentrent dans les catégories suivantes : (a) loyers annuels inférieurs ou égaux à 1000 fr, que les locataires soient patentés ou non patentés; (b) loyers annuels supérieurs à 1000 fr, mais ne dépassant pas 2500 fr, lorsque les locataires sont des industriels, commerçants ou autres patentés; 3° dans les villes de 100 000 habitants et au-dessus, les locataires dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 600 fr; 4° dans les villes de moins de 100 000 habitants et de plus de 5000 habitants, les locataires dont le loyer annuel est égal à 300 fr; 5° dans les autres communes, les locataires dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 100 fr. Toutefois, le propriétaire est admis à justifier devant le juge de paix que son locataire est en état de payer tout ou partie des termes ainsi prorogés. Cette faculté ainsi accordée aux propriétaires n'est pas admise à l'encontre des locataires visés par le n° 2 du présent article dont le loyer annuel est inférieur ou égal à 600 fr, à moins qu'il ne s'agisse de locataires dont les traitements ou appointements fixes sont, au jour de la réclamation, y compris toutes indemnités, égaux ou supérieurs à 3000 fr par an.

Art. 3. — En ce qui concerne les locataires non présents sous les drapeaux et ne rentrant dans aucune des catégories visées à l'article 2 ci-dessus, mais admis par les décrets antérieurs à bénéficier des prorogations de délai, savoir : 1° les commerçants, industriels et autres patentés ainsi que les non patentés, locataires dans les territoires énumérés dans la liste annexée au décret du 1er septembre 1914, mais ne figurant plus dans celle annexée au présent décret; 2° les commerçants, industriels et autres patentés, locataires dans les territoires autres que ceux figurant dans la liste annexée au décret du 1er septembre 1914, le payement des loyers est réglé de la façon suivante : (a) Pour les termes venant à échéance entre le 1er octobre et le 31 décembre 1916 inclusivement, une prorogation jusqu'au 1er janvier 1917 est accordée, sous réserve par le locataire de faire une déclaration qu'il est hors d'état de payer tout ou partie desdits termes. Cette déclaration est faite au greffe de la justice de paix où elle est consignée sur un registre, et il en est délivré un récépissé. Elle doit être effectuée au plus tard la veille du jour où le payement doit avoir lieu. Le propriétaire en est avisé par les soins du greffier au moyen d'une lettre recommandée avec avis de réception. Au cas où le propriétaire veut contester cette déclaration, il cite le locataire devant le juge de paix. Le locataire doit présenter toutes preuves à l'appui de sa déclaration; — (b) Pour les termes échus qui, ayant bénéficié de prorogations, deviendront exigibles entre le 1er octobre et le 31 décembre 1916 inclusivement, il est accordé une prorogation jusqu'au 1er janvier 1917. Toutefois, le propriétaire est admis à justifier que son locataire est en état de payer tout ou partie des termes ainsi prorogés.

Art. 4. — En ce qui concerne les locataires visés aux articles 1er, 2 et 3 ci-dessus, les congés, les baux prenant fin sans congé, ainsi que les nouvelles locations, sont régis par les dispositions suivantes : 1° Est suspendu jusqu'au 1er janvier 1917, sous les conditions et réserves déterminées par l'article 3 du décret du 27 septembre 1914, l'effet des congés qui, normalement ou par suite de prorogations, résultant des décrets antérieurs, viendront à expiration entre le 1er octobre et le 31 décembre 1916 inclusivement; 2° sont prorogés jusqu'au 1er janvier 1917 les baux prenant fin sans congé qui, normalement ou par suite de prorogations, résultant des décrets antérieurs, viendront à expiration entre le 1er octobre et le 31 décembre 1916 inclusivement, à charge pour le locataire de prévenir le propriétaire au moins un mois à l'avance par lettre recommandée avec avis de réception. Si le locataire est présent sous les drapeaux, la prorogation est accordée sous les conditions et réserves déterminées par l'article 3 du décret du 27 septembre 1914; 3° si les locaux ayant fait l'objet des suspensions de congé ou des prorogations de bail visées aux nos 1° et 2° ci-dessus sont ou demeurent reloués au profit d'un tiers, le point de départ de cette relocation est ajourné jusqu'au 1er janvier 1917, sauf accord contraire entre les parties; 4° lorsqu'un locataire a conclu une nouvelle location et s'il jouit, pour son ancienne location, de la suspension de congé ou de la prorogation prévue par les nos 1° et 2° ci-dessus, il ne peut être astreint au payement de la nouvelle location, tant que l'entrée en jouissance n'a pas lieu. Toutefois, le propriétaire a la faculté de demander au juge de paix la résiliation de la nouvelle location.

Art. 5. — En cas de mort sous les drapeaux d'un locataire, ses héritiers ou ayants droit peuvent, si le contrat contient une clause de résiliation en cas de décès ou ne stipule pas expressément la continuation du bail en cas de décès, être autorisés, par le juge de paix, à défaut d'accord avec le propriétaire, à sortir des lieux loués sans avoir à acquitter préalablement les termes, et le cas échéant, les indemnités dues en vertu du contrat ou de l'usage des lieux. Ce magistrat fixe dans sa sentence les délais accordés pour le payement des sommes ainsi dues au propriétaire.

Art. 6. — En cas de loyer payable d'avance, le locataire, à défaut de payement à l'époque fixée par le bail ou par l'usage des lieux, ne peut être cité par le propriétaire devant le juge de paix, comme il est dit aux articles ci-dessus, qu'après que les termes sont échus. Si le locataire a versé au propriétaire, au début de la location, les derniers termes à échoir, il ne peut, jusqu'à concurrence des sommes ainsi payées d'avance, être cité à raison des termes échus. Les dispositions du présent article sont applicables seulement dans les portions de territoire énumérées au tableau annexé au décret du 1er septembre 1914.

Art. 7. — Les règles établies par les articles précédents s'appliquent, sous les mêmes conditions et réserves, aux locataires en garni.

Art. 8. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont de la compétence du juge de paix du canton où est situé l'immeuble loué et sont régies par les dispositions de l'article 6 du décret du 1er septembre 1914. Ce magistrat entend les parties en son cabinet. A défaut de conciliation, il renvoie l'affaire en audience publique pour le prononcé de la sentence. En cas de refus des délais demandés par le locataire, si, à raison du prix annuel de la location dépassant 600 fr, le juge de paix n'est pas compétent d'après la loi du 12 juillet 1905 pour connaître de l'action en payement des loyers, il renvoie le propriétaire à se pourvoir, pour ce payement, par les voies de droit.

Art. 9. — Sont admis à bénéficier du présent décret : 1° les ressortissants des pays alliés et neutres; 2° les Alsaciens-Lorrains, les Polonais et les Tchèques, sujets des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie, qui ont obtenu un permis de séjour en France.

Art. 10. — Les dispositions du présent décret sont applicables à l'Algérie.

Art. 11. — Sont maintenues les dispositions des décrets antérieurs relatifs à la prorogation des délais en matière de loyers en ce qu'elles ne sont pas contraires au présent décret.

ANNEXES.

Tableau dressé en exécution de l'article 2 du décret du 28 mars 1916. — Aisne, Ardennes, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Nord, Oise (arrondissements de Compiègne et de Senlis), Pas-de-Calais (arrondissements d'Arras, Béthune et Saint-Pol), Seine-et-Marne (arrondissements de Coulommiers, Meaux, Melun et Provins), Somme (arrondissements d'Amiens, Doullens, Montdidier et Péronne), Territoire de Belfort, Vosges (arrondissements d'Epinal et de Saint-Dié).

Liste des départements dressée en conformité de l'article 1er du décret du 1er septembre 1914, relatif à la prorogation des loyers. — Aisne, Ardennes, Aube, Doubs, Eure, Haute-Marne, Haute-Saône, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Nord, Oise, Pas-de-Calais, Seine, Seine-et-Marne, Seine-Inférieure, Seine-et-Oise, Somme, Vosges, Territoire de Belfort.

(*Journal officiel*, 30 septembre 1916.)

Tome XXVI. **N° 309. — 3 novembre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Par suite des fluctuations continuelles de leur charge les usines hydro-électriques donnent lieu à un énorme gaspillage d'énergie. Plusieurs remèdes ont été proposés ou sont appliqués pour supprimer ou tout au moins diminuer ce gaspillage. Le plus pratique consiste à emmagasiner l'eau dans des réservoirs, naturels ou artificiels, pendant les périodes de faible charge; mais les circonstances ne se prêtent pas souvent à son application sur une échelle suffisante. Un autre consiste à utiliser l'excédent de puissance électrique dont dispose l'usine, pendant la majeure partie de la journée et de la nuit, à effectuer certains travaux pouvant être interrompus ou tout au moins notablement réduits lorsque la charge atteint une certaine limite. Ce second moyen présente plusieurs variantes : le plus souvent on adjoint à l'usine génératrice une usine électrochimique dont certaines fabrications s'accommodent d'une marche intermittente; dans la région du Dauphiné l'entreprise de production d'énergie électrique cherche à s'assurer la clientèle de fabriques de pâtes à papier fonctionnant intensivement pendant la nuit; dans d'autres régions elle utilise ses excédents au pompage de l'eau pour irrigation; quelques usines hydrauliques les utilisent à pomper une partie de l'eau du bief d'aval pour l'emmagasiner dans des réservoirs élevés; d'autres ont adjoint à leurs installations une usine génératrice à vapeur dont les chaudières sont chauffées électriquement, etc.

Récemment une nouvelle variante a été envisagée en Italie et en Suisse. Elle consiste à emmagasiner les excédents d'énergie électrique sous forme thermique chez les clients eux-mêmes, solution qui présente sur la plupart des précédentes l'avantage d'utiliser avec le rendement maximum non seulement les installations génératrices, mais encore les lignes et le matériel de transmission et de distribution. Toutefois la solution n'est évidemment applicable que si les clients trouvent un emploi de la chaleur qu'ils ont accumulée. Il y a bien quelques emplois industriels, mais ils sont peu nombreux et ne permettraient de résoudre la question que dans quelques cas particuliers, et encore imparfaitement. On a donc songé à un emploi domestique : chauffage de l'eau employée pour la cuisine, la toilette, les bains, le blanchissage et, éventuellement, le chauffage des appartements. La consommation individuelle de chaque client pourra n'être pas très grande, mais comme la clientèle privée des réseaux de distribution est toujours considérable, même dans les régions industrielles, l'ensemble de la consommation semble devoir être suffisante pour résoudre la question dans le sens indiqué.

Malheureusement cette solution rencontre dans son application des difficultés sérieuses. Il faut d'abord que les prix de vente de l'énergie électrique permettent le chauffage de l'eau dans des conditions économiques ne s'écartant pas trop de celles qui résultent de l'emploi du gaz et du charbon, et l'on peut se demander si ces prix seront suffisamment rémunérateurs pour les compagnies d'électricité. D'autre part il est indispensable que les appareils

de chauffage aient un excellent rendement, soient d'un prix abordable, n'exigent qu'une puissance assez faible pour pouvoir être branchés sur les canalisations électriques existantes et enfin soient d'un usage au moins aussi commode que les appareils au gaz ou au charbon.

Dans le numéro précédent, pages 243 à 245, notre collaborateur T. Pausert a envisagé cette question du **chauffage électrique de l'eau pour les besoins domestiques.** Après quelques considérations générales sur les tentatives faites par les entreprises d'électricité pour développer dans la clientèle privée les applications du chauffage électrique, M. Pausert citait quelques chiffres, empruntés à une étude récente d'un ingénieur anglais M. Crosbie (et non Brodie comme il a été imprimé par erreur à la page 244), qui montrent que, même dans le cas où l'énergie électrique est produite par la vapeur, comme en Angleterre, les compagnies d'électricité peuvent consentir des tarifs permettant le chauffage électrique de l'eau tout en étant rémunérateurs pour elles; ensuite il signale quelques appareils de chauffage actuellement en usage en Angleterre et dont plusieurs satisfont pratiquement aux conditions qu'impose la solution du problème envisagé.

*
* *

MM. V.-A. Hundt et L.-E. Whittemore signalent **quelques particularités des détecteurs à contacts solides rectifiants** quand ils sont soumis à des conditions variées de température, de pression et d'humidité. D'après les courbes que nous publions pages 271 à 273, on se rendra compte que ces facteurs agissent bien différemment sur la rectification suivant la nature du détecteur : galène, périkon, carborundum et silicon; mais, pour tous ces spécimens, il est vraisemblable que tout changement du pouvoir rectifiant est accompagné d'un phénomène qui affecte à la fois la surface et le corps du cristal. Si cette interprétation est juste, comme l'ont admis plusieurs auteurs, il y a des chances pour que ce soit l'effet volumique qui prédomine dans les variations de la rectification sous l'action de la température, variations qui sont particulièrement importantes pour le carborundum; au contraire, dans les variations dues à l'humidité, c'est l'effet superficiel qui devient prépondérant. Ces hypothèses sont confirmées par les expériences des auteurs qui ont, de plus, constaté la formation d'une pellicule de haute résistance entre le cristal et la pointe de contact, déjà signalée par Austin et Goddard; en effet, à certains moments, alors que la rectification paraît excellente, on entend brusquement dans le récepteur un bombardement comparable à celui que l'on perçoit souvent quand le circuit du récepteur est ouvert. Dans le cas actuel le circuit est en quelque sorte coupé par la très grande résistance de la pellicule. Enfin ils donnent quelques renseignements que nous avons résumés, sur l'origine, la nature et les inconvénients d'une certaine force électromotrice parasite qui se manifeste dans le circuit du récepteur, même quand toutes les parties de l'appareil se sont mises en équilibre de température avec le milieu ambiant.

Comme exemple de la précision que l'on recherche de plus en plus dans tout le domaine de la Physique, nous signalons p. 277 à 282, le travail effectué par E.-F. Hyde, F.-E. Cady, W.-E. Forsythe. L'article intitulé : **Longueur d'onde effective et centre de gravité de la radiation transmise par les écrans rouges des pyromètres optiques; corrections que doivent subir les verres rouges et les verres neutres en fonction de la température,** fait ressortir la distinction qui existe entre la « longueur d'onde effective » et « le centre de gravité » de la courbe de transmission d'un verre rouge. D'autre part, quand on emploie des verres absorbants neutres, des prismes de nicol ou des disques tournants à segments ouverts pour atténuer l'éclat de la source dont on veut déterminer la température avec un pyromètre tel que celui de Holborn Kurlbaum, la relation qui lie la température vraie Θ à la temdérature mesurée S est de la forme $A = \frac{1}{\Theta} - \frac{1}{S}$, A ayant été jusqu'ici considéré comme une constante. Or les auteurs montrent que A, au contraire, varie rapidement avec la température de la source. Le fait de considérer A comme constant introduit une erreur qui peut atteindre 40° à 50° à 3500° si le dispositif affaiblisseur est étalonné à la manière ordinaire. Si l'on superpose deux ou plus de deux verres affaiblisseurs, c'est une faute de prendre pour la valeur de A, correspondant au système total, la somme des valeurs de A calculées pour chaque verre séparément. Enfin, l'emploi des verres neutres a pour inconvénient de donner des températures plus faibles que la température cherchée; le disque tournant agit en sens contraire, en sorte qu'une judicieuse combinaison des deux dispositifs permet de rendre A pratiquement indépendant de la température.

J. Blondin et J. Becker.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

Vingt et unième Bulletin bimensuel de 1916.

Avis.

L'Association nationale d'Expansion économique nous avise, par sa circulaire n° 12 *bis* du 15 septembre, qu'elle propose un projet de voyage commercial en Italie.

Parmi les industries offrant un débouché intéressant pour le moment, l'Association signale : *Le matériel électrique, lampes, commutateurs.*

Ceux de nos adhérents que la question intéresse trouveront des indications complémentaires au siège de l'Association, 8, place de la Bourse, auprès de M. Servant, chargé de l'organisation de ce voyage.

Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 3 octobre 1916.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 2 h 20 m.

Sont présents : M. Marcel Meyer, président; MM. Harlé et Sciama, anciens présidents; M. Larnaude, vice-président; MM. André, Berne, Chateau, Eschwège, Guittard, Hillairet, Iung, Lévis, Moraillon, de La Touane, membres.

Excusés : MM. Legouëz, Meyer-May, Sartiaux et Zetter, anciens présidents; MM. Legendre, Roche-Granjean, Sailly, de la Ville Le Roulx, membres.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

Nécrologie. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre de la mort au champ d'honneur de notre collègue, Albert Bergerot, et donne lecture de l'ordre du jour suivant qui lui a été communiqué :

« Le capitaine Desvaulx, chargé de la D. C. A. de la 2e armée, porte à la connaissance de toutes les unités de tir contre avions de l'armée, la mort héroïque du lieutenant Bergerot, commandant la 10e section d'autocanons de 75, très grièvement blessé le 2 juillet 1916, auprès de son auto-canon, à sa position de batterie, par un projectile allemand, et glorieusement mort pour la France.

» Ce brave, déjà cité à l'ordre de l'artillerie de l'Armée, a été fait chevalier de la Légion d'honneur et décoré de la Croix de guerre avec palme. »

M. le Président adresse à nouveau à M. Bergerot père et à sa famille l'expression des sentiments de profonde sympathie du Syndicat tout entier.

M. le Président fait part également du décès de M. Paul-Albert Jacquet, constructeur-électricien établi à Vernon (Eure), membre du Syndicat.

La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat, M. le Président a adressées à la famille de notre regretté collègue.

Admissions. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° A titre d'établissement adhérent, de la Société française radio-électrique, 10, rue Aubert, à Paris, qui sera inscrite à la quatrième Section, et y sera représentée par M. *Émile Girardeau*, sur la présentation de MM. Iung et Eschwège, et par M. Georges Dumont, sur la présentation de MM. Hillairet et Marcel Meyer.

2° A titre d'établissement adhérent, de la Maison A. Quinty, 3, place du Terrail, à Clermont-Ferrand, qui sera inscrite à la sixième Section, et y sera représentée par M. *Quinty*, sur la présentation de MM. Silva et Marcel Meyer.

3° A titre de membre actif, de M. *Germain Imart*, ingénieur électricien, qui, sur la présentation de MM. Cazelle et Marcel Meyer, sera inscrit à la septième Section.

4° A titre de membre correspondant, de M. *Georges Rigoux*, ingénieur électricien, sur la présentation de MM. Body et Marcel Meyer.

5° A titre de membre correspondant, de M. *Georges Guéville*, ingénieur, sur la présentation de MM. Body et Marcel Meyer.

Démission. — M. le Président communique à la Chambre une lettre dans laquelle M. Eurieult demande au Syndicat d'accepter sa démission de membre actif, ainsi que la réponse qui a été adressée à M. Eurieult.

Mutations. — La Société alsacienne de Constructions



mécaniques nous a informés que M. Pirani, ne faisant plus partie de la maison de Paris, ne sera plus son délégué au Syndicat et qu'un nouveau délégué sera désigné ultérieurement.

La Compagnie générale électrique de Nancy nous a informés que dorénavant M. Bickart sera remplacé comme délégué auprès du Syndicat par M. Hammer, administrateur délégué de la Compagnie.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° Une lettre du Comité de la Foire de Paris, présidé par M. David Mennet, président de la Chambre de Commerce de Paris, lettre nous convoquant à une réunion générale des présidents et délégués des syndicats parisiens qui aura lieu le samedi 7 octobre prochain.

En raison de l'intérêt que peut présenter cette manifestation de l'activité industrielle française, la Chambre prie les membres du Bureau d'assister à la réunion.

2° Une lettre de M. le général Sarrail, commandant en chef l'armée d'Orient, nous renouvelant une note concernant l'organisation à Salonique, par les soins de l'armée d'Orient, d'un Bureau commercial des importations françaises.

Cette note, que le Secrétariat tiendra à la disposition de nos collègues, indique que les industriels qui sont désireux d'exporter à Salonique n'auront qu'à écrire à M. l'intendant Bonnier (Bureau commercial), armée d'Orient, secteur 501.

3° Une lettre de la Chambre de Commerce italienne de Paris nous demandant de porter à la connaissance des membres de notre Syndicat qu'une personne de Milan désire représenter une maison française susceptible d'exporter du matériel électrique en Italie. Cette lettre est déposée au Secrétariat.

4° Une lettre du Bulletin *L'Information universelle* confirmant l'entretien que son directeur général, M. Victor Margueritte, a dernièrement eu avec nous, entretien dans lequel il nous a fait part de la publication prochaine d'un catalogue-annuaire en trois volumes (espagnol, anglais et portugais). Une importante monographie doit y faire ressortir l'historique et les services de chaque industrie; aussi M. Victor Margueritte a-t-il pensé que notre Syndicat pourrait s'intéresser directement à ce catalogue-annuaire.

Après examen de la question, la Chambre, tout en reconnaissant l'intérêt que peut présenter cette œuvre pour les différents membres du Syndicat, estime qu'elle ne peut y apporter une collaboration pécuniaire.

5° Une lettre de M. Harlé relative à une expertise en douane à laquelle il vient de prendre part au sujet de mica, et appelant sur ce point particulier l'attention de la Commission des douanes en vue de la nomenclature. Cette lettre intéressante a été transmise à la quatrième Section qui va s'occuper des isolants à ce point de vue.

6° Une lettre de M. E. Sartiaux informant le Syndicat que le Résident général au Maroc a fixé au 15 octobre 1916 l'ouverture d'une Foire indigène à Fez. Sans méconnaître l'intérêt que peut présenter cette manifestation, la Chambre estime qu'elle en est avisée trop tardivement pour pouvoir s'en occuper.

Questions spéciales : Marque syndicale. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la Marque syndicale s'est réunie les samedi 26 août et samedi 30 septembre en vue d'examiner 28 nouvelles demandes d'admission à l'usage des marques. Après examen elle propose à la Chambre de les ratifier à la suite de 6 demandes d'admission précédemment ratifiées. Elles sont formulées par les Établissements suivants :

7° Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston;
8° MM. Pétrier, Tissot et Raybaud;
9° M. Paul Champion;
10° M. Joseph Jarriant;
11° Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen;
12° Compagnie française pour la fabrication des lampes électriques à incandescence;
13° Compagnie générale électrique de Nancy;
14° MM. Schneider et Cie (Le Creusot);
15° M. Émile Drouard;
16° Société des Accumulateurs Heinz;
17° Compagnie de Construction électrique;
18° Anciens Établissements Sautter-Harlé;
19° Appareillage électrique Eugène Busson;
20° Société anonyme des Téléphones « Le Las »;
21° Société Gramme;
22° La Canalisation électrique;
23° Ateliers électriques Roche-Granjean;
24° MM. Vedovelli, Priestley et Cie;
25° Appareillage électrique Grivolas;
26° M. Bardon;
27° Société industrielle des Téléphones;
28° Compagnie F. A. C. (Da et Dutilh);
29° Compagnie des Charbons Fabius Henrion;
30° Société « L'Éclairage électrique »;
31° M. Girardin;
32° Société alsacienne de Constructions mécaniques;
33° Établissements Maljournal et Bourron;
34° Société Lacarrière.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie ces demandes d'admission.

Revue électrique. — M. le Président rappelle à la Chambre que les conventions liant l'Union des Syndicats de l'Électricité, et par suite notre Syndicat, avec *La Revue électrique* expirent à la fin de 1916. L'Union s'est préoccupée depuis un certain temps de provoquer la création d'un nouvel organe destiné à contribuer au développement de l'électricité en France et, comme résultat, une Société anonyme est en voie de formation, à laquelle il est fait apport dès maintenant de deux des périodiques existants : *La Revue électrique* et *La Lumière électrique;* un grand nombre de nos collègues ont souscrit des actions de cette Société qui fera paraître à partir du 1er janvier 1917 la *Revue générale de l'Électricité*, laquelle deviendra l'organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité; c'est par suite dans cette *Revue* que devra être inséré le Bulletin de notre Chambre syndicale.



UNIFICATION DES FILETAGES. CONTROLE DES VIS DE LA PETITE MÉCANIQUE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre d'une lettre qui lui a été adressée le 25 août écoulé par le commandant Cellerier, directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, lettre nous informant que le Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers était chargé, par M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, d'étudier les moyens éventuels de réalisation de la vérification des vis qui seraient confectionnées d'après les règles d'unification des filetages et demandant à notre Syndicat de prêter son concours à la Commission technique du Laboratoire.

Le Président indique que MM. Carpentier, E. Sartiaux et Zetter, nos anciens présidents qui se sont depuis longtemps occupés d'une façon très active des questions de filetage, voulurent bien représenter notre Syndicat au sein de la Commission, et il donne lecture de la lettre suivante qui lui a été adressée le 28 septembre par M. Cellerier :

« Vous avez bien voulu prendre en considération la demande que je vous avais adressée le 25 août 1916 de participation du Syndicat professionnel des Industries électriques aux travaux de la Commission technique du Laboratoire d'essais pour la réalisation des moyens de vérification des filetages.

» Au nom du Laboratoire d'essais, je viens vous remercier du concours qu'ont ainsi apporté les notabilités éminentes qui représentaient votre Syndicat.

» Grâce à cette collaboration, il y a tout lieu d'espérer que la question de l'unification des filetages va pouvoir prochainement être introduite dans les diverses administrations qui ne l'avaient pas encore adoptée et qu'elle se vulgarisera, pour le plus grand bien de notre industrie nationale, dans les diverses firmes de constructions mécaniques et électriques.

» Daignez, etc. »

Le Président croit devoir rappeler que, depuis 1898, époque à laquelle fut adopté d'une façon générale le pas dit *pas international* pour les vis d'un diamètre au-dessus de 6 mm, notre Syndicat, d'accord avec la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, a fait tous ses efforts en vue de l'unification des vis plus petites.

Des rapports importants et très documentés furent dressés en particulier par M. Zetter; un certain nombre d'administrations publiques entrèrent dans la voie de l'unification. Enfin, il y a un an, le Ministre du Commerce fut saisi officiellement de la question au sujet des appareils téléphoniques mis en adjudication par l'administration des P. T. T.

A ce moment les membres de notre quatrième Section, particulièrement intéressés par cette fabrication, se réunirent sous la présidence de M. Carpentier dont les démarches aboutirent finalement à l'œuvre qui vient d'être réalisée au Conservatoire des Arts et Métiers.

L'unification des filetages des vis d'un diamètre inférieur à 6 mm doit donc être considérée dès maintenant comme une chose faite en France; notre industrie doit être reconnaissante aux auteurs de ce progrès et en particulier à MM. Carpentier et Zetter auxquels la Chambre adresse encore tous ses remerciements.

COMMISSION D'UNIFICATION DES ISOLATEURS DE LIGNE A HAUTE TENSION. — M. le Président informe la Chambre que l'Union des Syndicats de l'Électricité a adressé à notre Syndicat un exemplaire du Rapport de la Commission d'unification des isolateurs de ligne à haute tension.

Il rappelle que cette Commission, présidée par M. Picou, était constituée par la Société internationale des Électriciens et l'Union des Syndicats de l'Électricité et que ce document doit être soumis à la ratification de l'Union.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. ADMISSION A LA SECTION DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE ET DE CHAUDRONNERIE. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la lettre par laquelle l'Union des Industries métallurgiques et minières nous informe de l'admission de notre Syndicat à la Section de Construction mécanique et de Chaudronnerie.

CRÉDITS A LONGS TERMES AUX ÉTATS-UNIS. — M. le Président donne connaissance à la Chambre d'une lettre de la Chambre de Commerce de Paris nous informant que certaines banques des États-Unis sont disposées à faire des crédits à longs termes aux acheteurs français qui auraient besoin de leur concours pour des affaires de grande importance.

Pour obtenir des renseignements précis sur les conditions de ces crédits, les intéressés devront s'adresser à la Banque de France, à M. Robineau, chef de bureau de la direction de l'Escompte, 3, rue de La Vrillère.

PROJET DE LOI RELATIF A L'ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre qui nous est adressée par la Section de Construction mécanique et de Chaudronnerie de l'Union des Industries métallurgiques et minières au sujet du projet de loi de M. Astier relatif à l'organisation de l'enseignement technique, industriel et commercial voté par le Sénat, et de la note rédigée sur cette question en décembre 1913 par M. Wauquier pour la Section de Construction mécanique et de Chaudronnerie.

M. le Président ajoute que cette question doit figurer à l'ordre du jour de la prochaine séance de cette Section.

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Président donne également communication des documents suivants :

Circulaires de l'Union des Industries métallurgiques et minières. — N° 770 : Loi du 31 mai 1916 portant restriction du droit d'émission de valeurs mobilières pendant la durée des hostilités.

N° 771 : Rapport présenté au Ministre des Travaux publics par la Commission centrale de taxation des charbons et des frets.

N° 772 : Décret du 6 juin 1916 fixant la composition du Comité institué pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

N° 773 : Projet de loi adopté par le Sénat concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire

sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes.

N° **774** (Ministère des Travaux publics) : Arrêté du 15 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons, par les importateurs.

N° **775** (Ministère de la Guerre) : Décret du 11 juin 1916 portant création au Ministère de la Guerre d'une Commission des métaux et des bois.

N° **776** : Projet de loi sur les dommages de guerre.

N° **777** : Loi du 1er juillet 1916 concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes, suivie de commentaires extraits des rapports de MM. Raoul Péret, député, et E. Aimond, sénateur.

N° **782** (Ministère des Travaux publics) : Arrêté du 29 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons par les importateurs.

N° **783** (Ministère de la Justice) : Décret du 28 juin 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

N° **784** (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° **785** : Rapport fait au nom de la Commission des Mines de la Chambre des députés chargée d'examiner le projet de loi portant suppression des minières, par M. Cabrol, député, et texte de ce projet de loi.

N° **786** : Les contrats avec les sujets des pays ennemis, par M. Fuld, conseiller de justice à Mayence.

N° **787** (Ministère de la Guerre) : Décret et arrêté du 18 juillet 1916 portant prohibition d'importation de bois et métaux de provenance ou d'origine étrangère.

N° **789** : Décret du 12 juillet 1916 fixant les conditions du fonctionnement de la Commission supérieure instituée pour l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre.

N° **790** (Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale) : Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

N° **791** (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes) : Licences pour l'importation en Angleterre des marchandises dont l'entrée dans ce pays est prohibée.

N° **792** : Loi du 17 avril 1916 réservant les emplois aux militaires et marins réformés ou retraités pour blessures de guerre et règlement d'administration publique la complétant.

N° **793** (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° **795** : Proposition de loi relative au recrutement de la main-d'œuvre étrangère et coloniale et au régime des étrangers en France, présentée par M. Landry, député.

N° **796** : Accidents du travail. Le traitement des factures.

N° **797** (Ministère des Travaux publics) : Arrêtés du 8 août 1916 fixant les prix maxima des charbons anglais à l'importation et des charbons français au carreau des mines.

N° **798** : Arrêté du 16 août instituant une Commission chargée d'étudier et de présenter un plan d'action pour la création en France et dans les pays alliés d'une industrie de distillation de combustibles ne donnant pas de coke.

N° **799** (Angleterre) : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° **800** (Ministère des Finances) : Arrêté du 23 août 1916 constituant dans divers départements plusieurs Commissions pour l'établissement de la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre.

N° **801** : Projet de loi portant attribution de compétence aux tribunaux civils pour les marchés de travaux publics et de fournitures passés par les diverses administrations publiques et aux conseils de préfecture pour toutes les concessions de services publics.

Documents de l'Association nationale d'expansion économique. Documents pour la préparation du régime économique à appliquer après la guerre (nos **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7**, **8**). — Circulaires n° **1** : Organisation et mise en marche de l'Association nationale;

N° **2** : L'après-guerre et l'opinion britannique;

N° **3** : L'entente économique entre les Alliés;

N° **4** : Facilités offertes par des banques américaines;

N° **5** : Conférence économique des Gouvernements alliés;

N° **6** : Les relations économiques entre la France et l'Allemagne;

N° **7** : L'après-guerre et l'opinion britannique;

N° **9** : L'après-guerre et l'opinion britannique;

N° **10** : Réglementation des prohibitions d'exportation;

N° **11** : Réglementation des prohibitions à l'importation;

N° **12** *bis* : Projet de voyage commercial en Italie.

Documents législatifs : Sénat. — N° **223** : Proposition de loi relative à l'institution d'offices départementaux et de bureaux paritaires de placement.

N° **251** : Rapport fait au nom de la Commission des Finances chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, portant : 1° ouverture sur l'exercice 1916 des crédits provisoires applicables au troisième trimestre de 1916; 2° autorisation de percevoir pendant la même période les impôts et revenus publics.

N° **256** : Proposition de loi tendant à instituer le warrant universel, présentée par M. Émile Chautemps.

N° **258** : Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre, par M. Henry Chéron.

N° **261** : Rapport fait au nom de la Commission de l'Armée chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, tendant à l'obligation de la rééducation professionnelle des blessés de la loi sur les pensions militaires.

N° **276** : Avis présenté au nom de la Commission des Finances sur le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre.



N° 286 : Projet de loi adopté par la Chambre des députés concernant l'inscription par le tiré, sur un chèque barré présenté à l'encaissement, de la mention que l'effet sera payable au débit de son compte soit à la Banque de France, soit dans une banque ayant un compte à la Banque de France, présenté au nom de M. Raymond Poincaré, président de la République française, par M. A. Ribot, Ministre des Finances.

Chambre des députés. — N° 1971 : Annexe au Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie chargée d'examiner la proposition de loi de M. Failliot relative aux marchés à livrer conclus avant la guerre, par M. Failliot.

N° 2222 : Rapport fait au nom de la Commission des Douanes chargée d'examiner le projet de loi portant rectification de divers décrets ayant pour objet d'établir des prohibitions de sortie ou de suspendre les droits d'entrée sur diverses marchandises, par M. le duc de la Trémoille.

N° 2328 : Proposition de loi relative aux usines hydrauliques, présentée par MM. Margaine, Bedouce, Deléglise, Mistral.

N° 2329 : Proposition de loi tendant à réprimer la remise en payement de chèques sans provision préalable ou avec provision insuffisante.

N° 2234 : Proposition de loi ayant pour objet la réforme de l'organisation des consulats.

N° 2235 : Proposition de résolution relative aux avances à long terme sur gages hypothécaires au commerce et à l'industrie, présentée par M. Alexandre Burandy.

N° 2336 : Projet de loi portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés.

N° 2337 : Projet de loi portant ratification de décrets ayant pour objet d'établir des prohibitions d'entrée ou d'augmenter les droits de douane sur diverses marchandises.

N° 2341 : Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie chargée d'examiner le projet de loi étendant aux agents de change la loi du 30 décembre 1911 concernant les chèques barrés.

N° 2343 : Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre chargée d'examiner le projet et les propositions de loi sur les réparations des dommages causés par les faits de guerre, par M. Desplas.

N° 2250 : Avis présenté au nom de la Commission de la législation fiscale sur le projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, concernant : 1° l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre; 2° certaines mesures fiscales relatives à la législation des patentes, par M. Édouard Andrieu.

N° 2265 : Avis au nom de la Commission du Budget sur le projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement et portant que l'effet sera payable au débit de son compte soit à la Banque de France, soit dans une chambre de compensation.

N° 2369 : Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la Législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi relatif à l'exemption de tout droit de timbre sur la mention inscrite par le tiré, lors de la présentation d'un chèque barré à l'encaissement, et portant que l'effet sera payable au débit de son compte soit à la Banque de France, soit dans une chambre de compensation.

N° 2880 : Proposition de loi ayant pour objet le payement des réquisitions, des marchés passés avec l'État, des créances sur l'État et des traitements, soldes, allocations et indemnités.

N° 2285 : Proposition de loi adoptée par le Sénat relative à l'organisation de l'enseignement technique, industriel et commercial.

N° 2396 : Rapport fait au nom de la Commission de la Législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi adoptée par la Chambre des députés, adoptée avec modifications par le Sénat, relative à la réhabilitation des faillis qui ont fait l'objet d'une citation à l'ordre de l'unité militaire à laquelle ils appartiennent.

N° 2477 : Projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre.

N° 2486 : Rapport fait au nom de la Commission du Travail chargée d'examiner : 1° la proposition de loi de M. Adrien Pressemane et plusieurs de ses collègues, tendant à assurer l'emploi obligatoire des mutilés de guerre; 2° la proposition de loi de M. Maurice Violette, tendant à créer un office national pour le placement des réformés de la guerre.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 3 h 50 m.

Le Président,
M. Meyer.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous

signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.
Téléphone : Central 25-92.

VINGT ET UNIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Membre actif.

MM.

THERMES (Gustave), ingénieur directeur de l'Union électrique, 12, place Carriat, Bourg (Ain), présenté par MM. Fontaine et Bernollin.

Membres correspondants.

BOURGEOIS (Désiré-Joseph), électricien, Préfecture maritime, Rochefort (Charente-Inférieure), présenté par MM. Lacome et Pinard.

COMPAGNIE DES MINES DE HOUILLE DE MARLES, 7, rue Paul-Baudry, Paris, présentée par MM. Bizet et Fontaine.

NARJOUX (Abel), ingénieur électricien E. B. P., 7, rue Ernestine, Argenteuil (Seine-et-Oise), présenté par MM. Barjou et Fontaine.

VIGNETTA (Laurent-Dominique), ingénieur électricien, usine d'Ermant, à Ermant (Haute-Égypte), présenté par MM. Bizet et Fontaine.

WARÉ (Lucien), entrepreneur électricien, 69, rue de la Villedieu, Le Creusot, présenté par MM. Bizet et Fontaine.

Usines.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATIONS ÉLECTRIQUES, Saint-Donat (Drôme).

USINE ÉLECTRIQUE DE TORIGNY-SUR-VIRE, à Torigny-sur-Vire (Manche).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension).

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

13° Modèle de police d'abonnement;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition);

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (Arrêté de M. le Ministre du Travail du 9 octobre 1913).

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE.

L'utilisation des lignites et des tourbes pour la production de l'énergie électrique.

I. Dans son numéro du 30 juin, notre confrère *Engineering* donne (p. 629) quelques renseignements intéressants sur les résultats obtenus à Weisweiler, près de Acken (Saxe), où l'on exploite un abondant dépôt superficiel de lignite tant pour la production de l'énergie électrique dans une usine génératrice construite spécialement en vue de cette utilisation que pour la fabrication de briquettes qui sont vendues pour le chauffage industriel.

L'usine génératrice emploie le lignite tel qu'il sort de la carrière; ce lignite contient environ 64 pour 100 d'humidité et son pouvoir calorifique n'est que de 2700 B. Th. U per lb, soit 1500 grandes calories par kilogramme, alors que celui du bon charbon pour chaudières atteint 13 000 B. Th. U per lb, soit 7200 calories par kilogramme. Des convoyeurs amènent le lignite dans six trémies d'une capacité totale de 2500 tonnes placées au-dessus des chaudières; de ces trémies le lignite tombe sur les grilles après avoir traversé un appareil de pesage automatique. Les chaudières, du type à tubes d'eau, forment six groupes de deux unités ayant chacune une surface de chauffe de 450 m² (non comprise celle de l'économiseur); elles fournissent de la vapeur à la pression 14 kg : cm² et sont complétées par des surchauffeurs qui portent à 380° C. la température de la vapeur. Celle-ci actionne deux groupes turbogénérateurs de 7500 kv-A chacun. D'après les analyses chimiques le poids des cendres devrait atteindre 2,19 pour 100 du poids du lignite utilisé, mais en pratique il n'a été trouvé que de 1,8 pour 100, le reste étant entraîné par les gaz de combustion.

L'usine de fabrication des briquettes est annexée à l'usine génératrice d'électricité. Pour obtenir 1 tonne de briquettes ayant un pouvoir calorifique d'environ 9000 B. Th. U per lb, soit 5000 grandes calories par kilogramme. Ces briquettes étaient, avant la guerre, vendues 7,5 marks, soit 9,37 fr la tonne. Les frais de fabrication étant de 1,5 mark par tonne et les autres frais (sans doute les frais de séchage) s'élevant à 3,7 marks, brute 3,8 marks, soit 4,75 fr par tonne pour le prix de revient des 3,5 tonnes de lignite brut ayant servi à la fabrication et le bénéfice de l'opération.

Il est intéressant de comparer ce bénéfice avec celui qui résulte de la production directe de l'énergie électrique au moyen du lignite brut. Celui-ci exigeant 4 kg de lignite par kilowatt-heure, 1 tonne de lignite brut produira 250 kw-h. Cette tonne revient à 1,085 mark (quotient des 3,8 marks indiqués plus haut, par 3,5 tonnes de lignite), soit 1,35 fr. La dépense de combustible par kilowatt-heure produit est donc de 0,0054 fr; en y ajoutant 0,00225 fr pour les autres frais de production et 0,0048 fr pour l'intérêt du capital et l'amortissement des installations, on arrive à un prix de revient de 0,01245 fr par kilowatt-heure, résultat qui se trouve confirmé par le fait qu'à Bitterfeld l'usine d'électricité, qui utilise également le chauffage au lignite, vend l'énergie électrique au prix de 1 pfennig, soit 0,0125 fr, le kilowatt-heure pour de grandes quantités. En admettant que l'usine de Weisweiler vende la moitié de sa production à ce prix aux industries électrochimiques par exemple, et l'autre moitié à un prix moyen de 2,6 pfennigs ou 0,0325 fr le kilowatt-heure, le prix moyen de vente de l'ensemble serait de 1,8 pfennig, soit 0,0225 fr le kilowatt-heure. Le bénéfice supplémentaire par kilowatt-heure se trouverait donc être d'environ 1 centime par kilowatt-heure; par suite le bénéfice supplémentaire résultant de la conversion en énergie électrique de l'énergie calorique de 3,5 tonnes de lignite brut est d'environ $3{,}5 \times 250 \times 0{,}01$, soit 8,75 fr. Il est donc beaucoup plus avantageux de produire de l'énergie électrique que de fabriquer des briquettes.

II. Les chiffres qui précèdent sont discutés par *The Electrical Review*, de Londres, dans son numéro du 25 août, page 213.

Notre confrère fait tout d'abord remarquer qu'il est impossible que le prix de vente de 9,37 fr la tonne de briquettes soit rémunérateur si le lignite est séché artificiellement comme cela est indispensable en dehors des quelques mois de l'année où le séchage à l'air libre est possible : la vaporisation des 2 tonnes d'eau qu'il faut enlever pour obtenir 1 tonne de briquettes exigerait la combustion des deux tiers du produit fabriqué.

Il critique ensuite la manière dont a été obtenu le prix de revient de 1,35 fr par tonne de lignite brut brûlée sous les chaudières. Il l'admet cependant, mais fait observer que le pouvoir calorifique de ce combustible étant environ 5 fois plus faible que celui du charbon ordinaire, il faudra, pour une même puissance produite, une installation de chaudières environ 5 fois plus grande que dans le cas de l'emploi du charbon, ce qui augmentera notablement les charges du capital et de l'amortissement.

D'autre part la consommation de 4 kg de lignite brut par kilowatt-heure produit paraît bien improbable à notre confrère. Cette consommation correspond à une dépense de 23 760 B. Th. U, soit 5987 grandes calories par kilowatt heure. Or, d'après une communication récente de M. Lackie à la Municipal Electrical Association, la consommation moyenne de l'usine de Port Dundas de la Glasgow Corporation a été, pour 1915, de 3,16 lb (1,433 kg) de charbon de médiocre qualité, de pouvoir calorifique 11 500 B. Th. U per lb (6400 calories par kilogramme) par kilowatt-heure produit, la production de l'année étant de 61 078 693 kw-h, soit sensiblement la même que

celle admise pour l'usine de Weisweiler, 60 000 000 kw-h; cette consommation correspond donc à une dépense de 36 340 B. Th. U, soit 9157 calories par kilowatt-heure. Cette dépense est de 50 pour 100 plus élevée que celle indiquée pour l'usine de Weisweiler. A la vérité des rendements meilleurs ont été constatés dans des usines ayant des installations tout à fait modernes brûlant du charbon de très bonne qualité. Mais si l'on tient compte que le combustible utilisé à Weisweiler renferme les deux tiers de son poids en eau qui doit être vaporisée par le combustible lui-même, il est bien peu probable qu'on puisse obtenir dans cette usine un rendement d'un tiers supérieur à celui relevé par M. Lackie.

En terminant, notre confrère exprime l'opinion que, lorsqu'une usine génératrice à vapeur est assurée d'un grand débit avec un bon facteur de charge, il y a intérêt à chauffer les chaudières avec du charbon de première qualité permettant d'employer des chaudières à haut rendement thermique et rapide vaporisation, car on diminue ainsi notablement l'importance des installations de production de vapeur et par suite les charges du capital de premier établissement. Si l'on ne dispose que de combustibles à faible pouvoir calorifique comme le lignite et la tourbe, mieux vaut les transformer en combustible gazeux au moyen d'appareils d'un type analogue à ceux qui sont employés pour la destruction des ordures.

III. Cette dernière conclusion se trouve d'ailleurs confirmée, tout au moins dans le cas de la tourbe, par les résultats d'une étude présentée à la section de Manchester de Society of Chemical Industry par M. T. Rolland Wollaston.

Considérant le cas d'une installation d'un moteur à gaz de tourbe, d'une puissance de 2000 chevaux, où le gaz est produit dans un gazogène Mond à récupération, il établit le bilan suivant d'un exercice annuel pour une semblable installation :

Frais de premier établissement.

	fr
Gazogène à tourbe et appareils de récupération	600 000
Moteur à gaz de 2000 chevaux à 150 fr par cheval	300 000
Fondations, bâtiments, outillage divers	150 000
Total	1 050 000

Dépenses d'exploitation.

33 000 tonnes de tourbe à 6,25 fr	206 250
2140 tonnes d'acide sulfurique à 41,25 fr	98 275
Huile et divers	17 500
Sacs et emballages	17 825
Main-d'œuvre : 27 ouvriers à 1750 fr l'un	47 250
Entretien du matériel, calculé à 2 pour 100	21 000
Intérêt et amortissement à 10 pour 100	105 000
Total	513 000

Recettes.

2140 tonnes de sulfate d'ammoniaque à 312,50 fr	669 700
2140 tonnes de goudron à 25 fr	53 500
Total	723 000

Bénéfices.

	fr
Différence entre les recettes et les dépenses	210 000
Prix du cheval-heure	néant
Prix du cheval-an	néant
Intérêts du capital de premier établissement	21 pour 100

Ainsi, dans le cas considéré, non seulement la force motrice est obtenue gratuitement, mais on réalise un bénéfice sur la fabrication des sous-produits extraits de la tourbe.

Le démarrage des moteurs Diesel avec une faible compression [1].

Dans les machines du type Diesel, l'air s'écoule dans le cylindre pendant la course d'aspiration et le combustible n'est introduit que lorsque la compression est complète. Pour que la température de l'air soit suffisante pour enflammer l'huile, la pression atteint normalement 460 à 500 livres par pouce carré (32 à 36 kg : cm²); on admettait jusque maintenant que cette haute pression était indispensable pour l'inflammation du combustible.

La figure 1 montre la forme normale du diagramme obtenu avec ce type de machines. Pendant le fonctionnement régulier du moteur, la pression de compression est pratiquement la pression maximum pendant le cycle, mais au démarrage, des explosions se produisent dans le cylindre et la pression atteinte au moment de ces explosions peut atteindre 800 livres (57 kg : cm²) et plus.

La figure 2 montre une série de diagrammes obtenus pendant le démarrage d'un moteur de 50 ch. La pression atteinte pendant la première explosion est égale à 56 kg : cm², et l'on a relevé des pressions encore plus considérables dans d'autres circonstances.

Les pressions au démarrage étant de beaucoup supérieures à la pression normale, il est nécessaire de construire toutes les parties de la machine pour qu'elles puissent résister à ces efforts anormaux et les machines sont, en conséquence, plus lourdes et plus coûteuses par unité de puissance que d'autres genres de machines à combustion interne.

L'auteur a trouvé qu'il était possible, de différentes manières, d'obtenir une température suffisante pour l'allumage sans qu'il soit nécessaire d'atteindre les hautes compressions ordinairement utilisées dans ce genre de machine.

La figure 3 montre un certain nombre de diagrammes relevés sur la même machine après qu'elle eut subi une légère modification. Dans tous ces diagrammes la pression de compression est beaucoup plus basse que celle qui était jugée nécessaire pour la self-inflammation du combustible. Pour la quatrième explosion, la pression de compression est égale à 350 livres (25 kg : cm²) et la pression maximum est seulement égale à 620 livres (44 kg : cm²). Dans la seconde série des diagrammes la pression, lors de l'inflammation, est seulement égale à 220 livres (16 kg : cm²).

---

[1] W.-H. Watteinson. Liverpool, *Engineering*, 22 septembre 1916, p. 290.

La figure 4 montre des diagrammes de démarrage relevés sur la même machine prise complètement froide : la pression de compression atteint 330 livres (24 kg : cm²) et la pression maximum à l'explosion ne dépasse pas 600 livres (43 kg : cm²).

La figure 5 est encore plus intéressante, elle montre un diagramme de démarrage obtenu avec une pression de compression égale à 250 livres (18 kg : cm²) et une pression à l'explosion à peine supérieure; il est même possible d'obtenir le démarrage avec une pression de compression égale à 160 livres (12 kg : cm²) comme on le voit sur la figure 6.

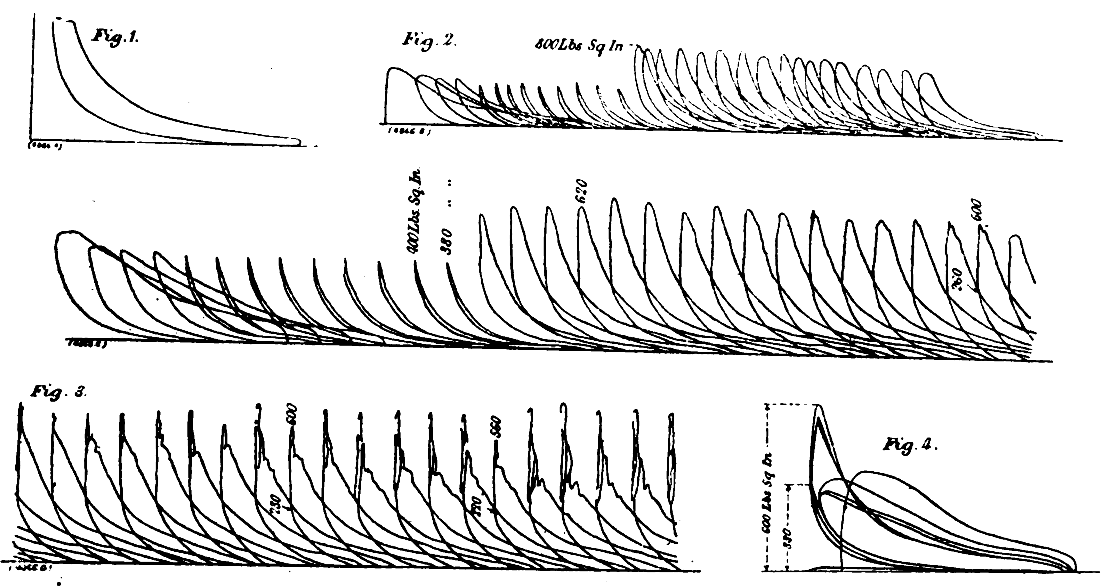


Fig. 1 à 4. — Diagramme théorique du moteur Diesel et diagrammes de démarrage observés.

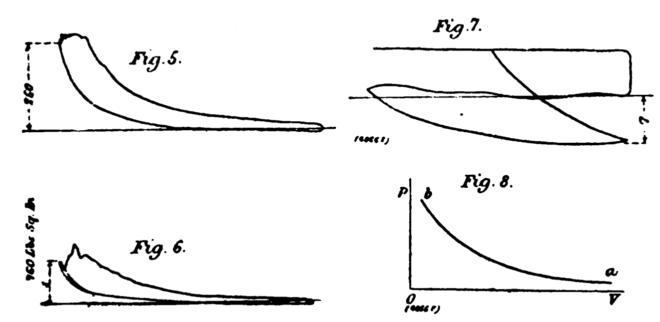


Fig. 5 à 8. — Diagramme de démarrage d'un moteur Diesel et courbe théorique de compression de l'air.

La figure 7 montre un diagramme relevé avec un ressort faible sur l'indicateur; il indique de quelle manière il a été possible d'obtenir les températures d'inflammation sans recourir à de hautes pressions de compression.

L'équation de la courbe de compression (*fig.* 8) est

$$p V^n = C$$

de laquelle on tire

$$\frac{T_a}{T_b} = \left(\frac{p_a}{p_b}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{V_b}{V_a}\right)^{n-1}.$$

Ces équations montrent que la température à la fin de la compression, dans chaque cas, dépend du rapport de compression, et non de la valeur de la pression à la fin de la compression.

En accord avec les expériences du Dr Joule, la température n'est pas sensiblement diminuée par le laminage, et, en conséquence, la température au commencement de la compression est indépendante de la pression dans le cylindre; par suite, la température à la fin de la compression est indépendante de la pression au début de la course de compression.

Il serait donc aisé d'obtenir la température d'inflammation avec une pression de 2 kg : cm², comme on l'obtient par une compression à 34 kg : cm².

Pour éviter les très hautes températures obtenues pendant le démarrage de ces machines, il est seulement nécessaire de mettre hors d'action le mécanisme de commande de la valve d'admission d'air; par suite, le ressort de rappel de cette soupape commandera automatiquement le laminage de l'air introduit dans le cylindre, et la pression maximum pendant le démarrage de la machine sera alors limitée aux environs de la pression normale au lieu d'atteindre et même de dépasser des pressions de 800 livres (57 kg : cm²). E. B.

ALTERNATEURS.

Turbo-alternateur à commande par engrenages de 1500 kw (1).

La construction de l'alternateur est représentée par les

(1) *Engineering*, 22 sept. 1916, p. 279 et planche XXV.

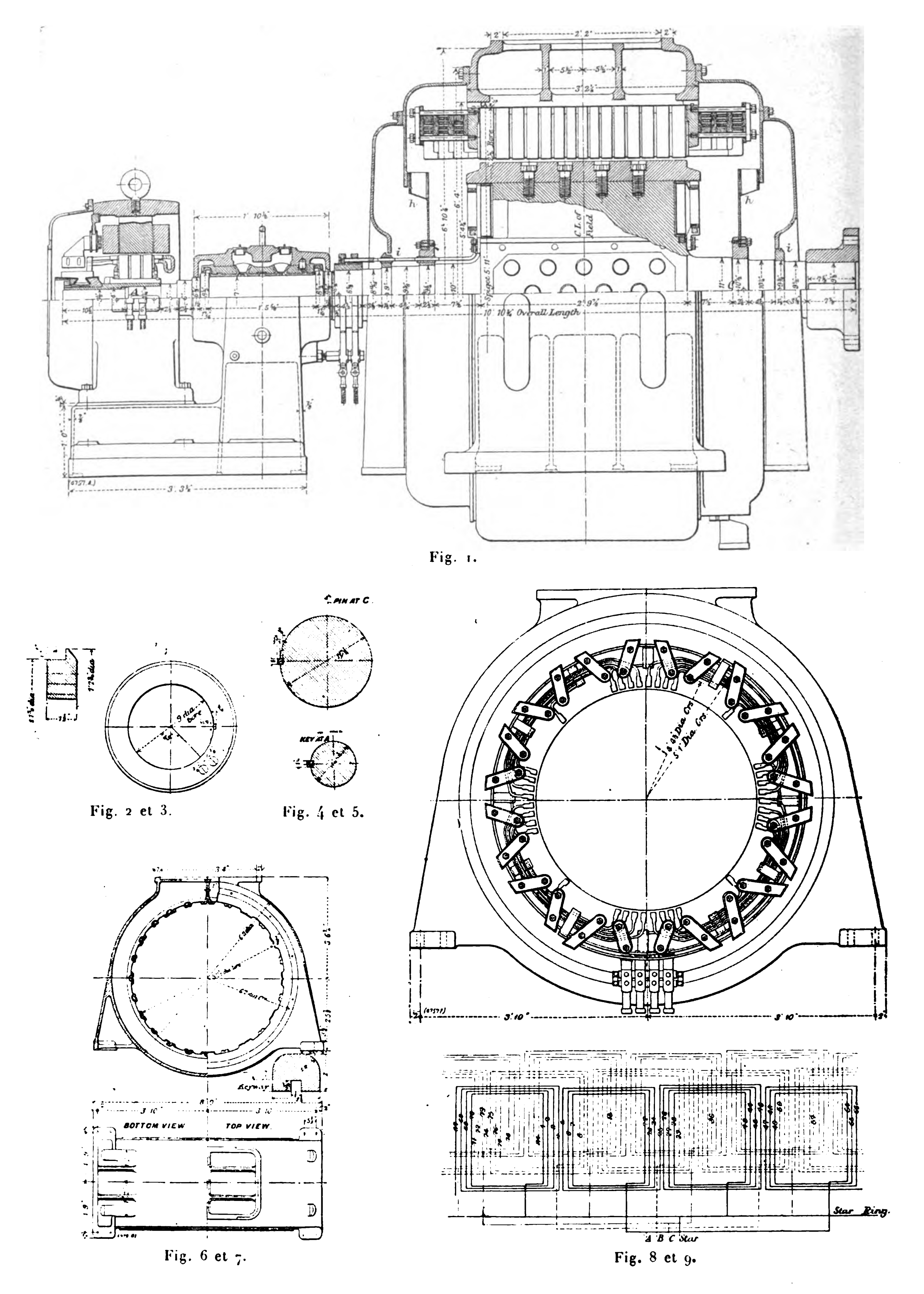


Fig. 1.

Fig. 2 et 3.

Fig. 4 et 5.

Fig. 6 et 7.

Fig. 8 et 9.

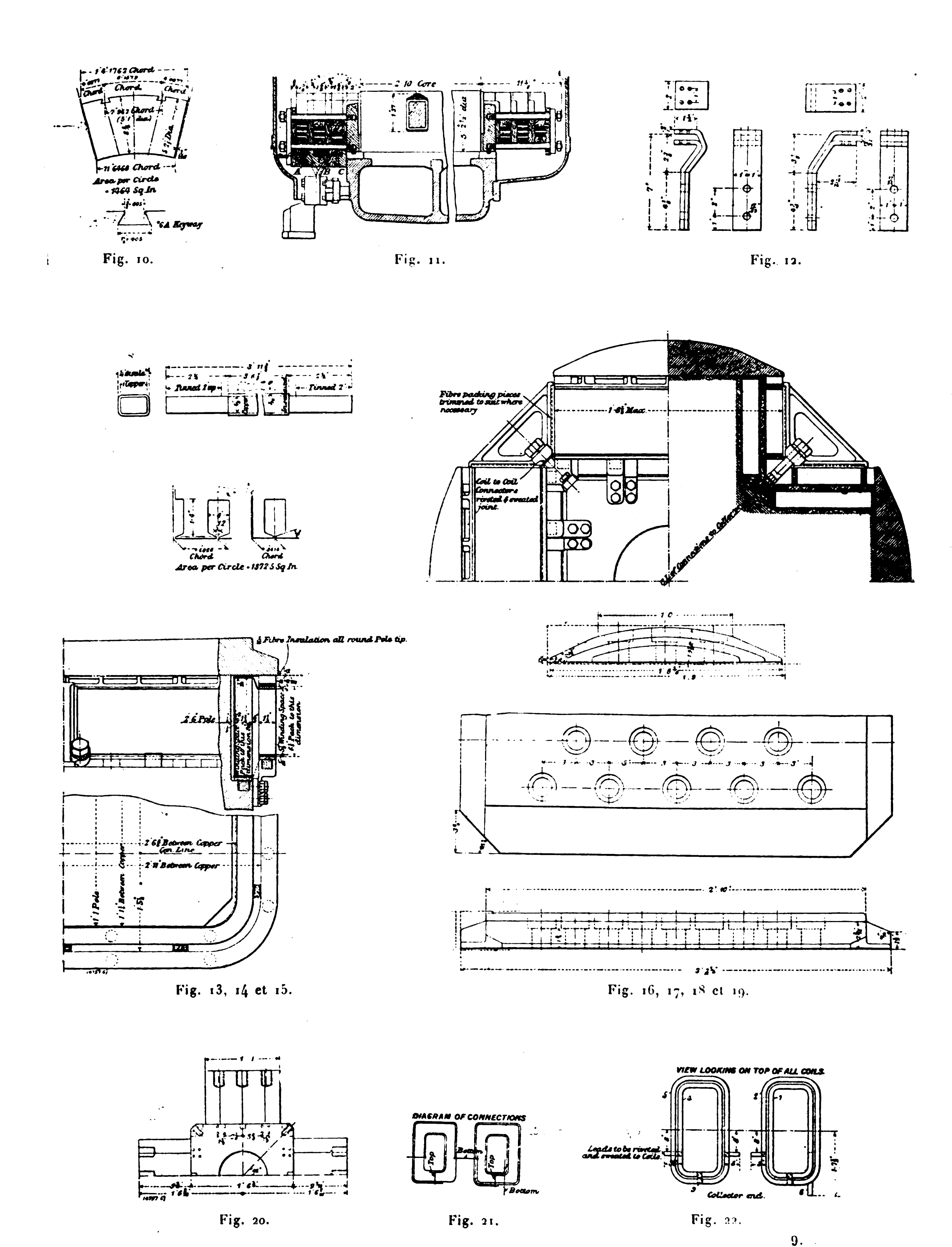


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13, 14 et 15.

Fig. 16, 17, 18 et 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

figures des pages 268 et 269; sa puissance est égale à 1875 kv-A avec un facteur de puissance égal à 0,8; il fournit des courants triphasés, 440 volts entre phases à la fréquence de 25 périodes par seconde.

La machine est totalement fermée comme le montre la figure 1; sa ventilation est assurée par deux ventilateurs montés en *h*, *h* sur l'arbre du rotor. Pour éviter que l'air pénètre aux points où l'arbre passe dans la carcasse de l'alternateur, on a fixé sur l'arbre en ces points *i*, *i*, des anneaux de garde. Des détails de ces anneaux sont donnés par les figures 2 et 3, tandis que les figures 4 et 5 montrent les sections du rotor.

Le stator est construit suivant les mêmes règles que ceux des turbo-générateurs à accouplement direct et est par suite très robuste, l'isolement est autant que possible fait au mica; les figures 6 et 7 montrent en élévation et en plan la carcasse de fonte du stator, tandis que la figure 8 montre le dispositif de fixation des extrémités des bobines du stator.

Le diagramme des enroulements est reproduit par la figure 9, les extrémités de l'enroulement sont fixés solidement (*fig.* 8) pour éviter tout déplacement en cas de court circuit. La figure 10 montre un segment de tôle du stator; la figure 11 est une coupe par l'enroulement montrant la fixation des extrémités des bobines; les détails des barres de l'enroulement sont représentés sur la figure 12; 84 barres telles que celle représentée par la figure 13 constituent l'enroulement du stator logé dans des encoches dont la figure 14 montre le détail.

Le corps du rotor et l'arbre sont forgés d'une seule pièce, les pièces polaires en acier sont rapportées et boulonnées comme on peut le voir sur les figures 15 et 16; les figures 17, 18 et 19 montrent les détails de ces pièces polaires, la figure 20 montre une élévation de l'inducteur.

La construction de l'enroulement inducteur offre un intérêt spécial; il consiste en deux bobines concentriques séparées l'une de l'autre par un intervalle d'air; cette disposition est montrée clairement par la figure 21,

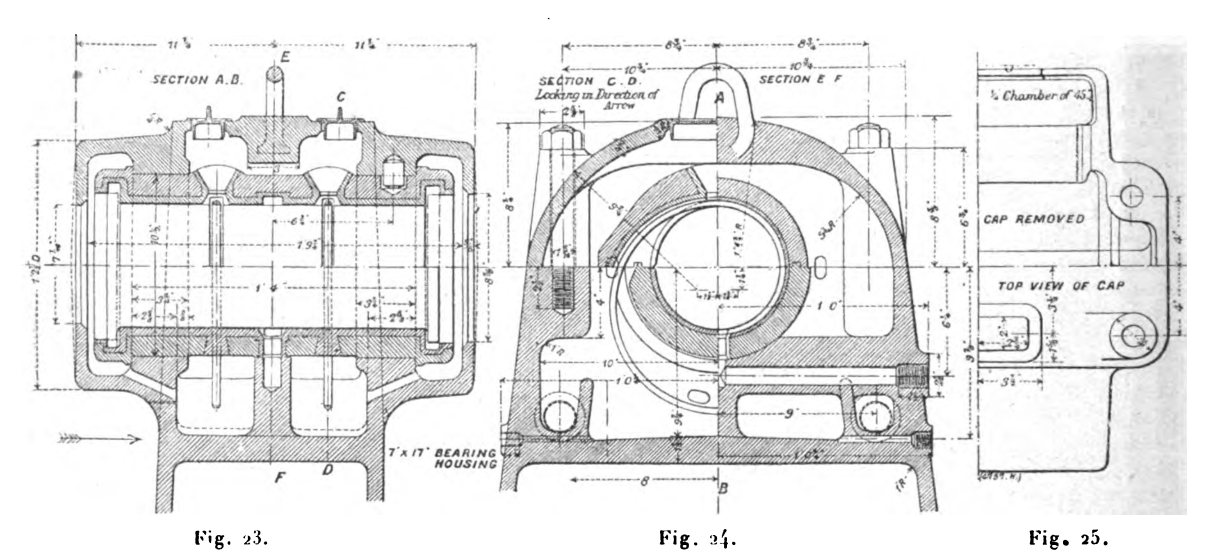


Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25.

tandis que l'accouplement est montré par la figure 22; lorsque la machine est en fonctionnement, une circulation intense de l'air entre les bobines assure leur refroidissement.

L'isolement entre spires est constitué par de l'amiante et l'isolement par rapport à la masse est autant que possible incombustible.

Les paliers sont à graissage par bagues, les figures 23 à 25 montrent les dispositions générales. E. B.

Roues hydrauliques à action pour eaux vaseuses (*Génie civil*, 5 avril 1916, p. 94). — L'usine génératrice située sur la Salt River (Arizona, Etats-Unis) entre deux canaux d'irrigation et désignée sous le nom de Gross Cut Station, est alimentée par un bassin d'accumulation d'eau d'irrigation. Cette eau est très chargée en alluvions ayant des propriétés tout à fait défavorables à l'emploi de turbines hydrauliques ordinaires, car ils donnent au contact du fer et de l'eau des dépôts importants, diminuant rapidement la section de passage de l'eau. Pour éviter cet inconvénient, on se servit de roues hydrauliques à action, à axe vertical, mises en mouvement par des jets envoyés par six ajutages répartis sur la périphérie. L'article donne, d'après *Engineering News* du 20 avril, une courte description, accompagnée de deux figures, de ces roues hydrauliques.

Agrandissement de l'usine de Simmer Pan de la Victoria Falls and Transvaal Power Co; R. Turnbull Mawdesley (*Electrical Review*, 28 juillet 1916, p. 108-109). — Cette usine, qui renfermait six turbo-alternateurs de 4000 kv-A, vient d'augmenter son matériel de deux groupes de 15 700 kv-A. Des extensions sont également réalisées à l'usine de Brakpan où l'on installe deux groupes de 12000 kw, et à l'usine de Roskerville où l'on a ajouté huit chaudières et trois compresseurs à air (pour la distribution de l'énergie par l'air comprimé dans le Rand) de 10 000 ch chacun. Ces trois usines sont liées en parallèle avec l'usine de Vereeniging, formant un groupe disposant d'une puissance de production de plus de 137 000 kw et dont la charge, pendant l'heure la plus chargée d'une journée moyenne, est d'environ 10 000 kw

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Quelques particularités des détecteurs à contacts solides rectifiants (¹).

Les expériences que nous rapportons ci-dessous ont eu pour but d'étudier le fonctionnement de détecteurs à cristaux employés en télégraphie sans fil, lorsqu'on fait varier leurs conditions de température, de pression et d'humidité. Pour arriver à des conclusions pratiques, les auteurs ont cherché, autant que possible, à se rapprocher de la réalité en insérant leurs appareils dans une installation complète de radiotélégraphie, comprenant un poste émetteur et un poste récepteur logés dans deux locaux différents d'un même bâtiment. La longueur d'onde employée mesurait 500 m. Le courant, dans le circuit oscillant, avait une intensité de 4,5 ampères et l'on s'était assuré que, dant ces conditions, les fluctuations ordinaires de la station génératrice n'avaient aucune répercussion sur le galvanomètre qui servait à contrôler le courant du détecteur. Ce galvanomètre était du type balistique de Leeds et Northrup, de 1069 ohms de résistance et ayant une sensibilité de 26×10^{-10} ampère par millimètre.

Pour chauffer le détecteur on le plaçait dans une boîte constituée par un bac d'accumulateur fermé par une plaque de laiton. On plongeait la boîte dans un cylindre garni d'huile à haut point d'éclair et chauffé par un brûleur Bunsen. Le refroidissement du détecteur était obtenu en l'enfonçant plus ou moins dans un vase de Dewar en U, contenant de l'air liquide dont la température était indiquée par un thermomètre au pentane. D'autre part, en comprimant de l'air dans la boîte au moyen d'une pompe actionnée par un moteur électrique, on faisait varier la pression qui était mesurée par un manomètre à air libre. Pour réaliser différents états hygrométriques dans l'enceinte fermée, on y introduisait des dissolutions plus ou moins étendues d'acide sulfurique. On desséchait d'abord l'atmosphère en y laissant séjourner quelque temps de l'acide pur; puis on y ajoutait une quantité connue d'eau. Au bout de 10 minutes environ la vapeur avait pris un équilibre stable; la tension de vapeur correspondant à chaque concentration était prise dans les tables de Landolt, Borstein et Meyerhof.

Résultats. — *Galène.* — Le détecteur réglé avec soin est placé dans le bac que l'on immerge dans un bain d'huile soumis ensuite à un chauffage progressif; à intervalles déterminés, on note la déviation du gavalnomètre. En portant en abscisses les températures et en ordonnées les déviations, on obtient des courbes qui ont l'allure caractéristique de la courbe en traits pleins de la figure 1. Les courbes en traits pointillés correspondent à d'autres échantillons de galène, ou à d'autres réglages.

(¹) V.-A. Hundt et L.-E. Whittemore, *Physical Review*, 2ᵉ série, t. VII, mai 1916, p. 518-528.

Comme on le voit, le pouvoir rectifiant décroît très rapidement quand la température s'élève; il tend vers 0 à 170° C. Quand on abandonne le détecteur au refroidissement sans modifier le réglage, on ne constate aucune amélioration.

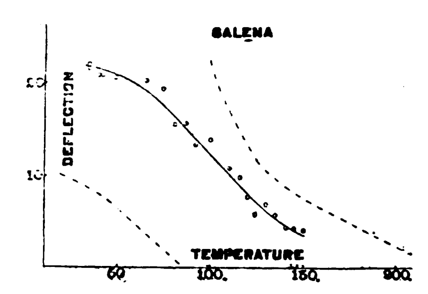


Fig. 1. — Diminution des propriétés rectifiantes de la galène avec l'élévation de température.

La diminution du pouvoir rectifiant ne peut pas être attribuée à une augmentation de pression au contact, car l'aiguille est suspendue à un ressort très fin qui laisse libre cours à la dilatation sans déranger le réglage. Les déviations présentent une uniformité remarquable tant que l'on maintient la galène dans les mêmes conditions; il faut noter aussi que le sens du courant est le plus souvent celui du cristal à la pointe; quelquefois, cependant, le sens est renversé.

C'est un fait bien connu que, sous l'action de courants intenses excités soit par une décharge atmosphérique puissante, soit par les étincelles d'une station voisine, la galène perd ses propriétés rectifiantes. Ce phénomène peut s'expliquer par un effet calorifique localisé au contact qui aurait alors les mêmes conséquences que le chauffage dont il vient d'être question.

La température à laquelle la rectification disparaît dépend du réglage initial; elle est d'autant plus élevée que celui-ci a été plus parfait.

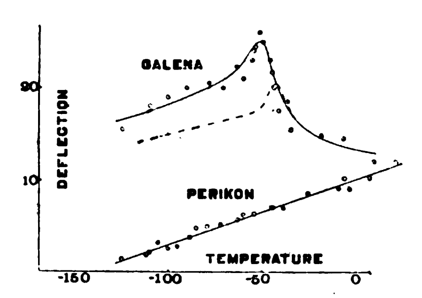


Fig. 2. — Augmentation des propriétés rectifiantes de la galène avec l'abaissement de température jusqu'à — 50° C.; puis diminution au-dessous de — 50° C.

Introduite ensuite dans le tube en U, la galène a fourni

la courbe de la figure 2, qui montre un maximum très net du courant rectifié correspondant à —50° C.

Dans ces expériences le dépôt de givre qui se forme sur le détecteur complique les observations; car si ce givre vient à fondre sous l'action de la chaleur développée au contact, l'effet de l'humidité se superpose à celui de la température. Enfin aux basses températures la surface du cristal acquiert la dureté du verre et il est alors difficile de maintenir le réglage. On remarquera que la courbe de la figure 2 obtenue par refroidissement prolonge la courbe obtenue par échauffement.

Pour étudier l'influence de l'humidité, on introduit dans le bac des solutions d'acide sulfurique à différentes concentrations; le degré d'humidité correspond à la tension de la vapeur exprimée en millimètres de mercure. La figure 3 montre qu'une infime trace d'humidité suffit pour

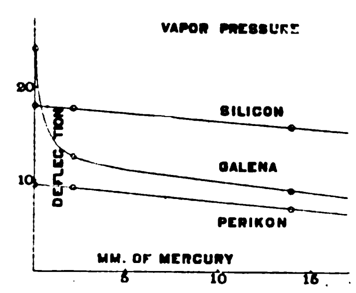


Fig. 3. — Influence de l'humidité sur le pouvoir rectifiant des détecteurs à cristaux.

réduire considérablement le pouvoir rectifiant des détecteurs à galène. Les points de repère représentent la moyenne de dix lectures effectuées après que la tension de vapeur a pris un équilibre stable.

Perikon. — Le détecteur au perikon est constitué par le contact entre cristaux de zincite et de chalcopyrite. Il est très sensible à l'action de la chaleur, comme cela ressort de la figure 4; l'action du froid est indiquée en

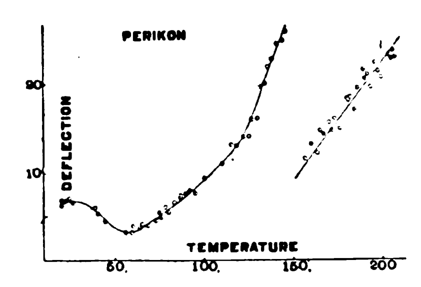


Fig. 4. — Influence de la température sur le pouvoir rectifiant du perikon.

figure 2; on a deux courbes qui se continuent sans présenter ni maximum ni minimum dans l'intervalle de — 120° C. à + 210° C. Plongé dans l'air liquide, le perikon cesse de fonctionner comme soupape; il est, par contre, presque insensible aux variations de la tension de vapeur contenue dans l'atmosphère qui l'entoure, mais indique cependant une décroissance continue dans son pouvoir rectifiant.

Silicon. — Les auteurs ont trouvé le fonctionnement de ce détecteur absolument déconcertant. Leurs observations confirment d'ailleurs celles d'autres physiciens. Les courbes de la figure 5 montrent, en effet, que, pour

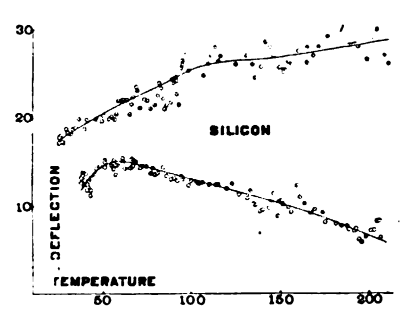


Fig. 5. — Influence de la chaleur sur deux échantillons de silicon.

deux échantillons prélevés sur le même bloc, l'action de la chaleur se traduit par des altérations en sens inverse du pouvoir rectifiant : celui-ci augmente pour l'un des spécimens et diminue pour l'autre.

Il est impossible d'obtenir des résultats cohérents dans les essais ayant pour but de rechercher l'action du froid : quand le détecteur est complètement noyé dans l'air liquide, on perçoit le plus souvent un son renforcé dans le téléphone; pour les autres cas, il est assez vraisemblable d'admettre que l'ébullition tumultueuse de l'air liquide trouble l'audition. D'après la figure 3, la rectification devient de moins en moins bonne à mesure que la tension de vapeur augmente autour du silicon.

Carborundum. — Pour avoir un réglage constant avec ce détecteur, il faut une grande pression de contact et, par conséquent, enfoncer la pointe de l'aiguille dans le cristal. Dans ces conditions l'appareil reste insensible aux chocs. Les courbes de sensibilité ont une allure toute particulière quand on soumet le carborundum à un chauffage progressif; la figure 6 montre qu'il y a un maximum

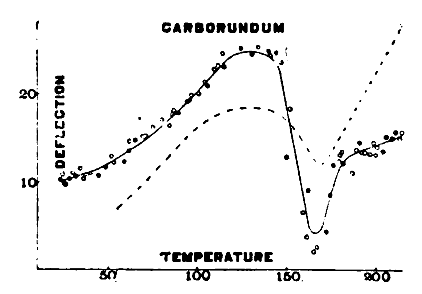


Fig. 6. — Influence de la chaleur sur le détecteur au carborundum.

de sensibilité très net à 130° C., puis une décroissance jusqu'à 165° C. température à laquelle on constate un minimum, suivi d'un nouvel accroissement qui s'est poursuivi jusqu'à la température limite des expériences. On pouvait plonger directement le détecteur dans le bain d'huile qui servait à chauffer le bac sans rien changer aux

résultats ci-dessus; cela tient probablement à ce que l'huile ne pouvait pas s'interposer entre la pointe et le cristal.

La courbe de refroidissement de la figure 7 est le pro-

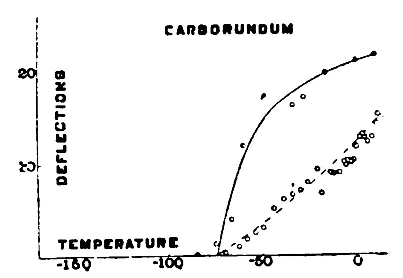


Fig. 7. — Influence du froid sur le détecteur au carborundum.

longement, du côté des basses températures, de la courbe précédente. Il n'y a plus d'effet de soupape vers —85° C.; mais la conduction unilatérale est récupérée, par un nouveau chauffage. Les auteurs se sont assurés encore que la diminution par le froid du pouvoir rectifiant n'est pas due à un mauvais contact résultant d'une contraction de l'aiguille et du cristal; il leur a été impossible d'arriver à un réglage assurant la rectification aux très basses températures. L'immersion dans l'air liquide détruit toute action rectifiante; par contre, la rectification est indépendante de l'humidité; cela tient encore à ce que l'aiguille incrustée dans le cristal échappe aux atteintes de la vapeur d'eau.

Discussion. — Les auteurs ont constaté que, pour les quatre détecteurs étudiés, des variations de pression du milieu ambiant s'étendant de 25 cm à 135 cm de mercure n'ont aucune action sur leurs propriétés rectifiantes. Certains cristaux ne rectifient pas toujours le courant oscillant dans le même sens; pour un réglage donné, le courant circule par exemple du cristal à la pointe; si ce réglage est changé, il peut arriver que le courant passe de la pointe au cristal. Pendant un traitement calorifique du carborundum, le sens du courant s'est renversé sans même que l'on ait touché au contact. Pour le silicon et la galène, le courant redressé circule le plus souvent du cristal au fil de laiton; pour le carborundum le sens ordinaire du courant redressé est celui de l'aiguille au cristal. La conduction du perikon est rigoureusement unilatérale; le courant passe toujours de la chalcopyrite à la zincite.

La source d'erreur la plus gênante que les auteurs aient rencontrée est une force électromotrice parasite, éminemment variable, qui se manifestait d'une façon continue pendant tout le cours de leurs recherches. Elle a son siège au contact du détecteur et imprime au galvanomètre des déviations difficiles à interpréter, alors même que l'on ne recevait pas de signaux. On a cherché à l'éliminer par l'insertion d'un couple électrique en série avec le galvanomètre et chauffé par le rayonnement d'une lampe à filament de carbone de 32 bougies. On réglait la force électromotrice de compensation en rapprochant ou reculant la lampe portée par une coulisse; mais comme la f. e. m. parasite changeait souvent de sens, on avait encore prévu un inverseur dans le circuit du couple compensateur. Ce dispositif permet d'annihiler tous les extra-courants d'origine électrochimique ou thermo-électrique.

La f. e. m. parasite est vraisemblablement due à la première cause; alors même qu'elle résulterait d'un effet thermique localisé au contact, on ne pourrait jamais la considérer comme une force électromotrice thermo-électrique excitée sous la différence de température entre le détecteur et le circuit extérieur puisque les deux conducteurs reliés au détecteur sont en cuivre, en sorte que les couples affectés par la chaleur sont opposés les uns aux autres; de plus, les renversements de sens de cette f. e. m. extra ne permettent pas de lui attribuer une origine thermo-électrique. B. K.

Sur le fonctionnement des galènes employées comme détecteurs.

Le fonctionnement des détecteurs à cristaux a déjà été l'objet de nombreuses recherches. Mlle Paule Collet vient d'apporter une nouvelle contribution à cette question en étudiant le détecteur à galène. Elle s'est servie de galènes naturelles et de galènes sensibilisées artificiellement, montées en contact avec une pointe de platine ou une pointe de laiton. Les expériences ont été faites soit avec des courants d'induction, soit avec des trains d'ondes amorties. Dans les deux cas les résultats ont été les mêmes quelle que soit la nature du métal en contact avec le morceau de galène et quelle que soit la pression exercée par la pointe sur celui-ci. Voici ces résultats, d'après la communication qu'a faite l'auteur à une des dernières séances de l'Académie des Sciences [1].

I. *Induction sur un circuit comprenant le détecteur et un galvanomètre à cadre mobile.* — Les phénomènes induits sont provoqués par la rupture du courant dans un premier circuit accouplé avec l'induit au moyen de deux enroulements placés à des distances variables l'un de l'autre. En l'absence du détecteur le galvanomètre accuse des déviations qui sont symétriques lorsqu'on change le sens du courant inducteur, et qui décroissent lorsque la distance des enroulements croît. L'énergie maximum du phénomène induit mesurée au thermogalvanomètre Duddell a été de 0,9 microjoule.

Si l'on intercale une galène non sensible le phénomène reste le même. Au contraire, si le cristal est sensible les déviations cessent d'être symétriques : au courant induit se superpose, dans le galvanomètre, un courant dû à une force électromotrice créée dans le détecteur par le phénomène d'induction, et dont la pointe métallique est le pôle positif quel que soit le sens du phénomène d'induction. Aussi ce deuxième courant s'ajoute-t-il dans un cas au courant induit, tandis qu'il s'en retranche dans l'autre, si bien que le courant induit peut l'emporter si le point est peu sensible; les deux courants peuvent encore s'équilibrer, et la galène fonctionne alors comme une soupape; ou enfin, si le point est très sensible, le deuxième courant peut l'emporter et les déviations au galvanomètre sont de sens constant quel que soit le sens du courant inducteur.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 24 juillet 1916, p. 90-92.



II. *Étude du courant traversant un galvanomètre monté aux bornes d'un détecteur, lorsque ce détecteur reçoit un train d'ondes amorties.* — Le montage utilisé est le dispositif classique pour les études de télégraphie sans fil, au laboratoire [1]. Une rupture du primaire d'une bobine d'induction, produite toujours dans les mêmes conditions, provoque une étincelle à l'éclateur intercalé dans le secondaire de la bobine. Un des enroulements précédemment utilisés remplace l'antenne d'émission. Le circuit de réception branché, comme celui d'émission, aux bornes d'une capacité variable, comprend le deuxième enroulement remplaçant l'antenne de réception, une self et le détecteur, aux bornes duquel est dérivé le galvanomètre.

Au préalable les circuits ont été accordés : on en a mesuré la longueur d'onde, trouvée voisine de 500 m; on a aussi mesuré l'énergie des ondes dans le circuit de réception, énergie qui varie de 1 à 200 microjoules, en l'absence du détecteur.

On a vérifié ensuite que si le détecteur est remplacé par une résistance ou un mauvais contact métallique, le galvanomètre n'accuse aucune déviation.

Le galvanomètre étant branché sur le détecteur, quelle que soit la galène étudiée, sensible ou non, on obtient une déviation à partir d'une énergie de 10 microjoules environ.

Pour l'ensemble des galènes étudiées, le cristal est le pôle positif par rapport au galvanomètre. La déviation ainsi obtenue varie comme l'énergie des ondes.

Aux énergies plus faibles on n'obtient presque plus aucun effet avec des galènes non sensibles, mais, si la pointe du détecteur touche un point sensible, les déviations changent de sens et restent très fortes; elles sont d'ailleurs irrégulières et d'autant plus grandes que le point est plus sensible. La pointe est alors le pôle positif comme cela se produisait dans les phénomènes d'induction.

Il semble que l'onde, comme le courant induit, serve seulement à déclencher une force électromotrice instantanée.

En outre, si en un point très sensible on procède par énergies croissantes, il se produit, au moment où les sens des déviations se renversent, ou peu après, une perte de sensibilité.

En même temps, la résistance du contact décroît et les déviations aux faibles énergies deviennent plus petites. On peut faire parcourir ainsi aux points sensibles des cycles de désensibilisation, la branche de courbe correspondant aux grandes énergies demeurant la même à l'aller et au retour.

On sait qu'inversement on peut sensibiliser un point du cristal en le touchant longuement avec l'antenne d'un vibrateur d'essai, ou en y lançant des ondes de faible énergie.

On constate donc les résultats suivants. La sensibilité d'un point peut être détruite par la rupture d'équilibre que provoque une onde trop forte et, par contre, des ondes faibles et prolongées peuvent orienter les particules cristallines de façon que le point redevienne sensible.

Les points sensibles ou non se différencient donc aussi bien pour des courants induits ou des ondes amorties que pour les courants continus traversant le cristal. La force électromotrice instantanée qui prend naissance change de sens, et ce sens dépend des conditions indiquées plus haut.

[1] *Voir* en particulier le travail ci-après de M. ÉTIENNE, *Sur le fonctionnement du détecteur électrolytique* (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CLXII, 1916, p. 717).

Sur le fonctionnement du détecteur électrolytique.

Le détecteur électrolytique peut être envisagé comme un voltamètre à électrodes de platine dissymétriques, et l'on peut lui appliquer les conclusions d'un travail de M. Rothé sur la polarisation des électrodes pour des forces électromotrices continues, travail qui a mis en évidence les différences entre les polarisations cathodique et anodique et les conséquences qui en résultent pour des voltamètres à électrodes dissymétriques.

Dans une récente communication à l'Académie des Sciences [1], M. ÉTIENNE a fait connaître les résultats d'une étude exécutée à ce point de vue dans le but de déterminer l'action sur le détecteur des oscillations électromagnétiques et d'interpréter son fonctionnement en relais.

Pour cela M. Étienne constitue deux circuits oscillants à peu près semblables; le primaire comprend un éclateur, un condensateur variable C, une self connue S et un cadre rectangulaire M portant deux spires; le secondaire comprend également un cadre M′ parallèle au premier, une self S′ et un condensateur C′. On relie les armatures de C aux pôles d'une bobine d'induction et, dans le circuit secondaire, on place d'abord un ampèremètre thermique, et ensuite, dans une deuxième opération, le détecteur à étudier; M, placé à distance de M′, agit sur lui par induction. On commence par choisir une valeur convenable de C et de S afin d'atteindre une longueur d'onde de 500 m environ, ordre de grandeur des longueur d'ondes utilisées en télégraphie sans fil. On met ensuite le circuit secondaire en résonance avec le primaire, ce que l'on constate en faisant varier C et en observant le maximum d'intensité à l'ampèremètre thermique. Les éléments entièrement connus du secondaire permettent de calculer exactement la longueur d'onde.

On substitue ensuite au thermique le détecteur électrolytique, sur les électrodes duquel on met en dérivation un circuit comprenant un galvanomètre balistique et une force électromotrice variable prise sur un potentiomètre.

En même temps, on supprime l'interrupteur de la bobine d'induction et l'on met en série avec son primaire à gros fil une résistance variable réglée de façon qu'une seule rupture du courant produise une seule étincelle à l'éclateur.

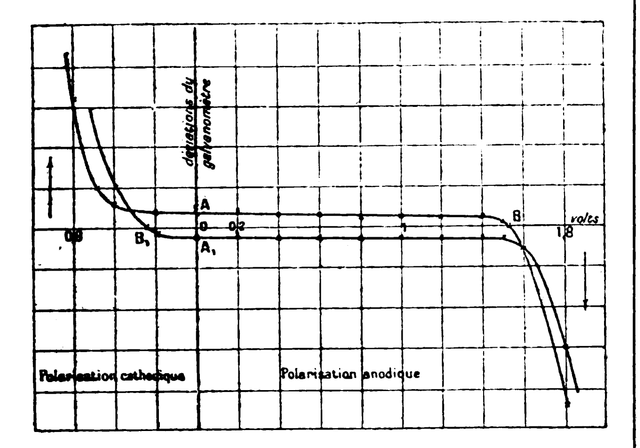
La rupture est produite par une clé de construction spéciale. De cette manière on réussit à produire un train d'ondes isolé dont l'action sur le détecteur est indiquée

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXII, 8 mai 1916, p. 717-719.



par la déviation du balistique. En outre il est possible de faire varier l'énergie mise en jeu à travers le voltamètre en écartant l'un de l'autre les cadres M et M'.

Les deux courbes tracées ci-dessous représentent



les déviations du galvanomètre balistique en fonction de la force électromotrice auxiliaire mise aux bornes du détecteur, les deux plateaux étant aussi rapprochés que possible. Le sens du courant a été indiqué par une flèche.

Les deux courbes correspondent aux deux sens de l'étincelle à l'éclateur. Elles montrent de deux façons différentes la dissymétrie des polarisations anodique et cathodique :

1° Si l'on considère une quelconque de ces deux courbes, on constate la dissymétrie de l'action du train d'ondes pour une même force électromotrice, suivant qu'on prend la petite électrode comme anode ou comme cathode. Si elle n'existait pas, chaque courbe devrait être symétrique par rapport à son point de rencontre avec l'axe des ordonnées.

2° La dissymétrie se manifeste encore par le fait que les deux courbes sont distinctes. Ceci tient à deux raisons différentes : d'une part à ce qu'on produit aux bornes du détecteur une force électromotrice alternative et amortie et que le galvanomètre mesure l'effet total produit par le courant oscillant; d'autre part à ce que les électrodes sont dissymétriques.

Sur chacune des courbes, il existe une portion AB, $A_1 B_1$, pour laquelle l'action des étincelles produit une déviation en sens inverse de celle qui est due au courant de dépolarisation. Aux points B et B_1, l'action des étincelles est nulle. Pour des forces électromotrices supérieures à celles qui correspondent aux points B et B_1, l'observation a montré qu'il se dégageait constamment de petites bulles de gaz à la pointe fine du détecteur.

Le service postal, télégraphique et téléphonique dans les administrations et les armées des pays ennemis (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 97-104). — Cet article est formé d'extraits d'une conférence sur « La technique de la guerre » faite en Allemagne, en 1915, par G. Roessler, professeur à l'École technique supérieure de Dantzig. Parmi ces extraits signalons celui qui se rapporte au service des Postes et Télégraphes en Belgique occupée et celui concernant le câble téléphonique Berlin-Cologne sur lequel nous donnons en un autre endroit quelques renseignements.

Le service postal, télégraphique et téléphonique en Angleterre pendant la guerre (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 173-178). — L'article indique comment a été assuré ce service, les modifications que l'état de guerre a forcé à lui apporter, ainsi que les résultats financiers de l'exercice 1914-1915. Ces derniers sont nécessairement déficitaires pour les télégraphes et les téléphones en raison du large emploi des lignes et câbles pour les besoins militaires; le déficit pour le Trésor est de 31481881 fr pour les télégraphes et de 2 697 418 fr pour les téléphones.

Application du duplex au système Baudot; MERCY, commis principal au Poste central télégraphique de Paris (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 188-198). — Il peut sembler que le système Baudot, qui donne la faculté de desservir une ligne par 2, 3, 4 ou 6 secteurs, puisse se passer du montage en duplex. Cependant, sur les lignes à forte capacité électrostatique, le montage en duplex fait disparaître l'inconvénient d'un temps de propagation trop considérable, qui diminue proportionnellement le nombre des secteurs utilisables. C'est pour cette raison que, sur les lignes souterraines ou sous-marines non duplexées, on recourt à l'emploi de deux conducteurs, chacun étant affecté à la transmission dans un sens déterminé et toujours le même. Avec le duplexage, un double à 12 contacts donnera le même rendement qu'un quadruple à 24 contacts non duplexé, mais on enverra seulement 12 émissions au maximum sur le câble pendant une révolution des balais, et c'est là un point important quand il s'agit de lignes à forte capacité électrostatique. Les lignes de ce genre auraient donc dû être les premières à recevoir le système duplex. En fait, du moins en France, ce sont des lignes aériennes, desservies par des installations à un ou deux secteurs, qui ont été duplexées les premières, temporairement d'ailleurs, car la faculté d'augmenter le rendement par l'accroissement du nombre des secteurs du distributeur fit abandonner l'exploitation en duplex. Ce n'est que depuis trois ou quatre années que ce mode de transmission a été remis en usage, en Angleterre, sur les câbles anglo-allemands et anglo-belges, ainsi que sur des lignes souterraines, puis, plus récemment, en France, sur les câbles anglo-anglais et sur ceux de Marseille à Alger. — L'article donne la description des installations en duplex effectuées sur ces deux derniers groupes de câbles. Les résultats obtenus sont tout à fait satisfaisants.

Câble téléphonique Berlin-Cologne (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 164). — Le premier câble téléphonique à longue distance posé en Allemagne reliera Berlin à la Westphalie et à la Prusse rhénane. Dans le budget de 1912, on prévoyait une dépense de 6 250 000 fr pour la section de Berlin-Magdebourg qui était en voie d'achèvement en 1913. Une deuxième tranche de 7 500 000 fr figurait au budget de 1913 pour la section Magdebourg-Hanovre que l'on comptait terminer la même année. On estimait également à 7 500 000 fr la dépense à prévoir en 1914 pour la section Hanovre-Dortmund. On espérait achever en 1915 la construction de la ligne entière dont le point d'aboutissement est fixé à Cologne. — Le câble contient 50 circuits pouvant être combinés deux à deux, ce qui donne 75 communications. Il est pupinisé aussi bien pour les circuits combinants que pour les combinés.

Prises de terre pour bureaux téléphoniques: W.-H. Grinsted (*Electrician*, 18 août 1916, p. 672-674). — L'auteur commence par insister sur l'utilité d'avoir deux systèmes de prises de terre : l'un pour la protection des appareils contre la foudre, le contact des lignes avec des conducteurs à haute tension, etc., l'autre pour mettre à la terre l'un des pôles de la batterie centrale. Il examine ensuite les conditions que doivent remplir ces deux sortes de prises de terre. Pour la protection des appareils il recommande des déchargeurs à jet d'eau. Pour la mise à la terre de la batterie, il décrit un dispositif souvent employé et consistant en une épaisse feuille de cuivre entourée de coke et plongée dans le sol; la résistance d'une telle prise varie de 0,01 à 1,6 ohm quand la feuille est enterrée au-dessous du niveau de la nappe d'eau du sol, mais elle peut s'élever à 15 ohms quand cette condition n'est pas remplie.

Brevets récents concernant la télégraphie et la téléphonie sans fil; W. Eccles (*Electrician*, 28 juillet et 4 août 1916, p. 571-573 et 595-600). — Dans le premier article l'auteur s'occupe de la transmission, dans le second de la réception et termine par les dispositifs particuliers à la téléphonie sans fil. Parmi les brevets relatifs à la transmission, il analyse ceux de : F di C.-B. Marzi, n° 12 259 de 1914, relatif à un oscillateur à étincelles; R. Arno, n° 11 298 de 1914 concernant un producteur de trains d'onde pratiquement continus; Marconis' Wireless Telegraph Co et H.-J. Round, n° 13 248 de 1914, sur un dispositif du même genre; F.-K. Vreeland, n° 11 555 de 1915, relatif à un oscillateur à mercure; A. Heyland, n° 17 331 de 1914, concernant un alternateur à haute fréquence. — Pour la réception la plupart des brevets se rapportent aux détecteurs à vide; ce sont ceux de : General Electric Co, n° 15 788 de 1914 qui indique plusieurs dispositions de tubes construits d'après les conséquences des études de Irving Langmuir, lesquelles ont déjà conduit à des perfectionnements de la lampe à atmosphère d'azote, aux tubes Coolidge pour la production des rayons X et aux redresseurs de courants à très haute tension; Marconi's Wireless Telegraph Co et W.-C.-S. Franklin, n° 13 636 de 1913; Arco et Meissner, n° 252 de 1914; E.-H. Armtrong, n° 24 231 de 1914; Marconi's Wireless Telegraph Co et H.-J. Round, n° 28 413 de 1913. Le dernier brevet signalé se rapporte à un amplificateur magnétique : c'est le brevet n° 8903 de 1915, pris par V. Tedeschi et A.-G. Rossi, de Turin. — En ce qui concerne spécialement la téléphonie sans fil, l'auteur signale le brevet n° 13 248 de 1914 de Marconi's Wireless Telegraph Co et H.-J. Round relatif à des connexions pour réaliser la téléphonie par les oscillations électriques produites par des tubes à vide et le brevet n° 21 388 de 1914 de la General Electric Co relatif à une application du pliotron à la téléphonie.

Expériences de téléphonie sans fil transatlantique (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1916, p. 78-81). — L'article donne, d'après *The Post Office Electrical Engineers Journal*, janvier 1916, quelques renseignements sur des expériences récentes de téléphonie sans fil entre la station d'Arlington et divers postes récepteurs. — Le 29 septembre 1915, on a pu converser d'une façon satisfaisante d'Arlington (Virginie), station de la côte orientale des Etats-Unis, à Mare-Island (Californie) (distance approximative de 2500 milles), et la même conversation fut entendue à Pearl Harbour (Honolulu) (4900 milles). Le 21 octobre les expériences furent répétées avec succès entre Arlington et le poste de la Tour Eiffel. — De ce qui a déjà été publié, on peut déduire que le succès des essais est dû principalement à l'emploi du relais à vide, tant à la réception qu'à la transmission. Le professeur Flemming, il y a pas mal d'années, a publié les résultats de ses recherches sur un tube à vide présentant une électrode froide et un filament incandescent, entre lesquels on a depuis intercalé une grille. Ces lampes ont été employées dans différents buts (détecteurs de faibles ondes hertziennes, relais téléphoniques et générateurs-convertisseurs de courant continu en courant alternatif de haute fréquence). Les promoteurs de ces essais de téléphonie à longue distance n'ont pas, autant qu'on sache, publié de détails sur l'appareil et les montages employés, mais les commentaires des physiciens américains renseignent à peu près à ce sujet. Le professeur Goldsmith aurait dit que le succès de ces expériences était dû en grande partie à une soupape perfectionnée dont l'invention du professeur Fleming était la clef de voûte. On a dit aussi que l'American Telephone and Telegraph Company avait fait application du même principe dans un relais employé lors de l'expérience récente de téléphonie par fil, entre New-York et San-Francisco. — De tous ces commentaires, on peut conclure que le courant de haute fréquence utilisé dans l'antenne de transmission est fourni par un grand nombre de lampes génératrices, contrairement à ce que l'on faisait autrefois, alors qu'on employait l'arc à hydrogène ou l'alternateur de Goldsmith. Il n'y a pas de raison de prévoir une limite au nombre de ces générateurs, qui pourront être mis en parallèle, et il ne semble pas y avoir de difficulté pratique à commander ces lampes par un microphone. On évite ainsi les difficultés que l'on éprouvait lorsqu'on agissait sur tout le courant de l'antenne avec une série de microphones. A la réception, aucun appareil nouveau n'est nécessaire puisque les récepteurs utilisés pour la télégraphie sans fil conviennent également pour la téléphonie sans fil. — L'emploi de l'amplificateur à vide à l'émission simplifie beaucoup la liaison entre le réseau téléphonique ordinaire et une station de téléphonie sans fil, car il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des relais mécaniques, utilisant des mouvements analogues à ceux de la plaque d'un écouteur téléphonique. Ce dispositif fut, sans aucun doute, employé pour permettre au président de l'American Telephone and Telegraph Company de parler de son bureau de New-York, par lignes ordinaires, jusqu'à Arlington et de là par radio avec M. Carty, ingénieur en chef de la Compagnie, qui était à Mare Island. La transmission sans fil, dans ces expériences, ne se fit que dans un sens, les réponses revenant par les lignes ordinaires. Pour transmettre à une telle distance, même avec une très grande antenne, il est nécessaire d'utiliser une grande puissance (50 kw à 100 kw) et, par suite, un grand nombre de lampes génératrices. C'est pour éviter la dépense correspondante que les expériences furent limitées à la transmission dans un seul sens.

Le télégraphe et la traction par courants alternatifs; Marius Latour (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 179-187). — Dans cet article l'auteur décrit un système proposé par lui en 1912 pour permettre l'exploitation d'une ligne télégraphique avec appareil Morse, malgré la présence d'une force électromotrice alternative importante provoquée par une ligne de traction. Ce système, basé sur la résonance, a été mis en exploitation sur les lignes de la Compagnie du Chemin de fer du Midi. — L'auteur expose successivement les trois points principaux du système : 1° Mise en dérivation sur les appareils récepteurs, de préférence avant la clef de manipulation, d'un circuit résonant capable d'éconduire le courant perturbateur, en combinaison avec la mise en série sur les récepteurs d'une impédance déterminée propre à exagérer l'effet de shunt du circuit résonant; 2° mise en série sur la ligne télégraphique d'une impédance appropriée susceptible de réduire le courant perturbateur et de réserver le passage sans déformation des courants qui transmettent les signaux; 3° distribution de cette dernière impédance tout le long de la ligne en vue de réduire la différence de potentiel maximum entre le fil de télégraphie et le sol. — En terminant l'auteur fait remarquer que l'efficacité de ce système, qui n'a été appliqué qu'aux appareils Morse, serait plus discutable pour des appareils Hughes et Baudot, mais qu'on peut cependant prévoir qu'il serait encore d'un véritable secours dans ce dernier cas.



MESURES ET ESSAIS.

PHOTOMÉTRIE.

Longueur d'onde effective et centre de gravité de la radiation transmise par les écrans rouges des pyromètres optiques. Corrections que doivent subir les verres rouges et les verres neutres en fonction de la température.

I. DÉFINITION EXACTE DE LA LONGUEUR D'ONDE EFFECTIVE TRANSMISE PAR LES VERRES ROUGES PYROMÉTRIQUES [1]. — Il est de pratique courante d'adapter des verres monochromatiques aux oculaires des pyromètres optiques. Ce sont en général des verres rouges colorés à l'oxyde de cuivre. Si l'on construit les courbes de transmission de ces filtres, en portant en abscisses les longueurs d'onde et en ordonnées, les radiations transmises en pour 100 du rayonnement total, on constate l'existence d'une bande beaucoup plus large que celle que l'on observe au spectroscope, ce qui revient à dire qu'il passe aussi des radiations invisibles. D'après beaucoup d'auteurs, cet étalement de la bande transmise entraîne une certaine incertitude sur la valeur de la longueur d'onde effective de la lumière monochromatique, parce que celle-ci suit les mêmes variations que la distribution spectrale de la lumière incidente; ceci se présente notamment quand la température du radiateur augmente ou diminue.

On a défini d'abord la longueur d'onde effective, d'une lumière monochromatique, filtrée à travers un écran coloré, la longueur d'onde présentant le maximum de luminosité dans le spectre prismatique de la source observée à travers l'écran. Cette définition est sujette à deux critiques. Premièrement la longueur d'onde la plus brillante déterminée de cette manière ne coïncide pas, en général, avec « le centre de gravité » de la courbe de transmission de la lumière et, ensuite, la longueur d'onde correspondant au centre de gravité, dans un certain intervalle de température, n'a pas une signification particulière. *La vraie longueur d'onde effective d'un verre coloré, entre deux limites de température, est celle dont le rapport des rayonnements, pour les deux températures limites, est égale au rapport des intensités lumineuses totales mesurées à travers l'écran pour ces deux mêmes températures.*

La longueur d'onde effective attribuée à un même verre rouge employé dans le pyromètre Holborn-Kurlbaum est loin d'être constante; on l'a souvent estimée à 0,658 μ, nombre beaucoup trop faible. Waidner et Burgess, en appliquant la méthode de détermination rappelée plus haut sont même arrivés à cette conclusion erronée que la longueur d'onde effective croît avec la température; les auteurs ont démontré qu'il y a, au contraire, déplacement vers les courtes longueurs d'onde.

Pour confirmer la précision de leur définition, ils ont mesuré la longueur d'onde effective d'un filtre rouge d'Iéna n° F 4512, sous une double épaisseur (2 × 2,9 = 5,8 mm) par une méthode directe et une méthode de calcul. La première consiste à mesurer, avec un spectro-photomètre, les rapports des intensités d'émission de la source pour plusieurs longueurs d'onde à deux températures, par exemple 1600° K. et 2000° K. et à les comparer aux rapports des intensités lumineuses totales mesurées avec un photomètre Lummer-Brodhun ayant dans son oculaire une double épaisseur du verre étudié; on peut remplacer le spectro-photomètre par un pyromètre spectral et le photomètre, par un pyromètre Holborn-Kurlbaum ordinaire dont l'oculaire est encore pourvu du double verre. Dans la méthode de calcul on utilise la formule spectrale de Wien, la courbe de transmission du verre étudié et la courbe de sensibilité rétinienne. Le tableau ci-dessous donne quelques résultats obtenus par les auteurs par application de ces deux procédés à leur définition.

Longueur d'onde effective de la transmission monochromatique de deux verres rouges pyrométriques ayant une épaisseur totale de 5,8 mm, *entre les températures* 1600° K. *et* 2000° K.

Méthode directe avec spectro-photomètre..	0,664 μ ± 0,001 μ
» pyromètre...........	$0,663_5$ ± 0,001
Valeur calculée..........................	$0,663_8$
Moyenne................	0,664 ± 0,001

Un autre point important à élucider est celui de la variation de la longueur d'onde effective avec la température de la source étudiée. La méthode de calcul offre une précision suffisante et elle a donné les résultats suivants : la variation est très petite et correspond à une diminution de la longueur d'onde effective quand la température augmente.

Intervalles de températures.	Longueur d'onde effective.
1336°-1600°..............	0,μ664_9
1600-1822..............	$0,664_1$
1800-2400..............	$0,662_9$
2400-3100..............	$0,661_7$
1336-1822..............	$0,664_6$
1336-3100..............	$0,663_4$

L'étude d'autres écrans utilisés soit avec le pyromètre Holborn-Kurlbaum, soit avec d'autres pyromètres a permis de constater des différences très appréciables avec l'échantillon ci-dessus. Chaque spécimen doit donc subir un étalonnage que l'on pourra réaliser de la manière suivante. On déterminera le rapport de l'intensité lumineuse apparente d'une lampe standard pour deux cou-

[1] E.-P. HYDE, F.-E. CADY et W.-E. FORSYTHE, Rapport présenté au Congrès de Washington de la Physical Society, le 24 avril 1915 (*Physical Review*, t. VI, juillet 1915, p. 70-75).

Prises de terre pour bureaux téléphoniques; W.-H. Grinsted (*Electrician*, 18 août 1916, p. 672-674). — L'auteur commence par insister sur l'utilité d'avoir deux systèmes de prises de terre : l'un pour la protection des appareils contre la foudre, le contact des lignes avec des conducteurs à haute tension, etc., l'autre pour mettre à la terre l'un des pôles de la batterie centrale. Il examine ensuite les conditions que doivent remplir ces deux sortes de prises de terre. Pour la protection des appareils il recommande des déchargeurs à jet d'eau. Pour la mise à la terre de la batterie, il décrit un dispositif souvent employé et consistant en une épaisse feuille de cuivre entourée de coke et plongée dans le sol; la résistance d'une telle prise varie de 0,01 à 1,6 ohm quand la feuille est enterrée au-dessous du niveau de la nappe d'eau du sol, mais elle peut s'élever à 15 ohms quand cette condition n'est pas remplie.

Brevets récents concernant la télégraphie et la téléphonie sans fil; W. Eccles (*Electrician*, 28 juillet et 4 août 1916, p. 571-573 et 595-600). — Dans le premier article l'auteur s'occupe de la transmission, dans le second de la réception et termine par les dispositifs particuliers à la téléphonie sans fil. Parmi les brevets relatifs à la transmission, il analyse ceux de : F di C.-B. Marzi, n° 12 259 de 1914, relatif à un oscillateur à étincelles; R. Arno, n° 11 298 de 1914 concernant un producteur de trains d'onde pratiquement continus; Marconis' Wireless Telegraph Co et H.-J. Round, n° 13 248 de 1914, sur un dispositif du même genre; F.-K. Vreeland, n° 11 555 de 1915, relatif à un oscillateur à mercure; A. Heyland, n° 17 331 de 1914, concernant un alternateur à haute fréquence. — Pour la réception la plupart des brevets se rapportent aux détecteurs à vide; ce sont ceux de : General Electric Co, n° 15 788 de 1914 qui indique plusieurs dispositions de tubes construits d'après les conséquences des études de Irving Langmuir, lesquelles ont déjà conduit à des perfectionnements de la lampe à atmosphère d'azote, aux tubes Coolidge pour la production des rayons X et aux redresseurs de courants à très haute tension; Marconi's Wireless Telegraph Co et W.-C.-S. Franklin, n° 13 636 de 1913; Arco et Meissner, n° 252 de 1914; E.-H. Armtrong, n° 24 231 de 1914; Marconi's Wireless Telegraph Co et H.-J. Round, n° 28 413 de 1913. Le dernier brevet signalé se rapporte à un amplificateur magnétique : c'est le brevet n° 8903 de 1915, pris par V. Tedeschi et A.-G. Rossi, de Turin. — En ce qui concerne spécialement la téléphonie sans fil, l'auteur signale le brevet n° 13 248 de 1914 de Marconi's Wireless Telegraph Co et H.-J. Round relatif à des connexions pour réaliser la téléphonie par les oscillations électriques produites par des tubes à vide et le brevet n° 21 388 de 1914 de la General Electric Co relatif à une application du pliotron à la téléphonie.

Expériences de téléphonie sans fil transatlantique (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1916, p. 78-81). — L'article donne, d'après *The Post Office Electrical Engineers Journal*, janvier 1916, quelques renseignements sur des expériences récentes de téléphonie sans fil entre la station d'Arlington et divers postes récepteurs. — Le 29 septembre 1915, on a pu converser d'une façon satisfaisante d'Arlington (Virginie), station de la côte orientale des Etats-Unis, à Mare-Island (Californie) (distance approximative de 2500 milles), et la même conversation fut entendue à Pearl Harbour (Honolulu) (4900 milles). Le 21 octobre les expériences furent répétées avec succès entre Arlington et le poste de la Tour Eiffel. — De ce qui a déjà été publié, on peut déduire que le succès des essais est dû principalement à l'emploi du relais à vide, tant à la réception qu'à la transmission. Le professeur Flemming, il y a pas mal d'années, a publié les résultats de ses recherches sur un tube à vide présentant une électrode froide et un filament incandescent, entre lesquels on a depuis intercalé une grille. Ces lampes ont été employées dans différents buts (détecteurs de faibles ondes hertziennes, relais téléphoniques et générateurs-convertisseurs de courant continu en courant alternatif de haute fréquence). Les promoteurs de ces essais de téléphonie à longue distance n'ont pas, autant qu'on sache, publié de détails sur l'appareil et les montages employés, mais les commentaires des physiciens américains renseignent à peu près à ce sujet. Le professeur Goldsmith aurait dit que le succès de ces expériences était dû en grande partie à une soupape perfectionnée dont l'invention du professeur Fleming était la clef de voûte. On a dit aussi que l'American Telephone and Telegraph Company avait fait application du même principe dans un relais employé lors de l'expérience récente de téléphonie par fil, entre New-York et San-Francisco. — De tous ces commentaires, on peut conclure que le courant de haute fréquence utilisé dans l'antenne de transmission est fourni par un grand nombre de lampes génératrices, contrairement à ce que l'on faisait autrefois, alors qu'on employait l'arc à hydrogène ou l'alternateur de Goldsmith. Il n'y a pas de raison de prévoir une limite au nombre de ces générateurs, qui pourront être mis en parallèle, et il ne semble pas y avoir de difficulté pratique à commander ces lampes par un microphone. On évite ainsi les difficultés que l'on éprouvait lorsqu'on agissait sur tout le courant de l'antenne avec une série de microphones. A la réception, aucun appareil nouveau n'est nécessaire puisque les récepteurs utilisés pour la télégraphie sans fil conviennent également pour la téléphonie sans fil. — L'emploi de l'amplificateur à vide à l'émission simplifie beaucoup la liaison entre le réseau téléphonique ordinaire et une station de téléphonie sans fil, car il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des relais mécaniques, utilisant des mouvements analogues à ceux de la plaque d'un écouteur téléphonique. Ce dispositif fut, sans aucun doute, employé pour permettre au président de l'American Telephone and Telegraph Company de parler de son bureau de New-York, par lignes ordinaires, jusqu'à Arlington et de là par radio avec M. Carty, ingénieur en chef de la Compagnie, qui était à Mare Island. La transmission sans fil, dans ces expériences, ne se fit que dans un sens, les réponses revenant par les lignes ordinaires. Pour transmettre à une telle distance, même avec une très grande antenne, il est nécessaire d'utiliser une grande puissance (50 kw à 100 kw) et, par suite, un grand nombre de lampes génératrices. C'est pour éviter la dépense correspondante que les expériences furent limitées à la transmission dans un seul sens.

Le télégraphe et la traction par courants alternatifs; Marius Latour (*Ann. des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1916, p. 179-187). — Dans cet article l'auteur décrit un système proposé par lui en 1912 pour permettre l'exploitation d'une ligne télégraphique avec appareil Morse, malgré la présence d'une force électromotrice alternative importante provoquée par une ligne de traction. Ce système, basé sur la résonance, a été mis en exploitation sur les lignes de la Compagnie du Chemin de fer du Midi. — L'auteur expose successivement les trois points principaux du système : 1° Mise en dérivation sur les appareils récepteurs, de préférence avant la clef de manipulation, d'un circuit résonant capable d'éconduire le courant perturbateur, en combinaison avec la mise en série sur les récepteurs d'une impédance déterminée propre à exagérer l'effet de shunt du circuit résonant; 2° mise en série sur la ligne télégraphique d'une impédance appropriée susceptible de réduire le courant perturbateur et de réserver le passage sans déformation des courants qui transmettent les signaux; 3° distribution de cette dernière impédance tout le long de la ligne en vue de réduire la différence de potentiel maximum entre le fil de télégraphie et le sol. — En terminant l'auteur fait remarquer que l'efficacité de ce système, qui n'a été appliqué qu'aux appareils Morse, serait plus discutable pour des appareils Hughes et Baudot, mais qu'on peut cependant prévoir qu'il serait encore d'un véritable secours dans ce dernier cas.



MESURES ET ESSAIS.

PHOTOMÉTRIE.

Longueur d'onde effective et centre de gravité de la radiation transmise par les écrans rouges des pyromètres optiques. Corrections que doivent subir les verres rouges et les verres neutres en fonction de la température.

I. DÉFINITION EXACTE DE LA LONGUEUR D'ONDE EFFECTIVE TRANSMISE PAR LES VERRES ROUGES PYROMÉTRIQUES [1]. — Il est de pratique courante d'adapter des verres monochromatiques aux oculaires des pyromètres optiques. Ce sont en général des verres rouges colorés à l'oxyde de cuivre. Si l'on construit les courbes de transmission de ces filtres, en portant en abscisses les longueurs d'onde et en ordonnées, les radiations transmises en pour 100 du rayonnement total, on constate l'existence d'une bande beaucoup plus large que celle que l'on observe au spectroscope, ce qui revient à dire qu'il passe aussi des radiations invisibles. D'après beaucoup d'auteurs, cet étalement de la bande transmise entraîne une certaine incertitude sur la valeur de la longueur d'onde effective de la lumière monochromatique, parce que celle-ci suit les mêmes variations que la distribution spectrale de la lumière incidente; ceci se présente notamment quand la température du radiateur augmente ou diminue.

On a défini d'abord la longueur d'onde effective, d'une lumière monochromatique, filtrée à travers un écran coloré, la longueur d'onde présentant le maximum de luminosité dans le spectre prismatique de la source observée à travers l'écran. Cette définition est sujette à deux critiques. Premièrement la longueur d'onde la plus brillante déterminée de cette manière ne coïncide pas, en général, avec « le centre de gravité » de la courbe de transmission de la lumière et, ensuite, la longueur d'onde correspondant au centre de gravité, dans un certain intervalle de température, n'a pas une signification particulière. *La vraie longueur d'onde effective d'un verre coloré, entre deux limites de température, est celle dont le rapport des rayonnements, pour les deux températures limites, est égale au rapport des intensités lumineuses totales mesurées à travers l'écran pour ces deux mêmes températures.*

La longueur d'onde effective attribuée à un même verre rouge employé dans le pyromètre Holborn-Kurlbaum est loin d'être constante; on l'a souvent estimée à 0,658 μ, nombre beaucoup trop faible. Waidner et Burgess, en appliquant la méthode de détermination rappelée plus haut sont même arrivés à cette conclusion erronée que la longueur d'onde effective croît avec la température; les auteurs ont démontré qu'il y a, au contraire, déplacement vers les courtes longueurs d'onde.

Pour confirmer la précision de leur définition, ils ont mesuré la longueur d'onde effective d'un filtre rouge d'Iéna n° F 4512, sous une double épaisseur (2 × 2,9 = 5,8 mm) par une méthode directe et une méthode de calcul. La première consiste à mesurer, avec un spectro-photomètre, les rapports des intensités d'émission de la source pour plusieurs longueurs d'onde à deux températures, par exemple 1600° K. et 2000° K. et à les comparer aux rapports des intensités lumineuses totales mesurées avec un photomètre Lummer-Brodhun ayant dans son oculaire une double épaisseur du verre étudié; on peut remplacer le spectro-photomètre par un pyromètre spectral et le photomètre, par un pyromètre Holborn-Kurlbaum ordinaire dont l'oculaire est encore pourvu du double verre. Dans la méthode de calcul on utilise la formule spectrale de Wien, la courbe de transmission du verre étudié et la courbe de sensibilité rétinienne. Le tableau ci-dessous donne quelques résultats obtenus par les auteurs par application de ces deux procédés à leur définition.

Longueur d'onde effective de la transmission monochromatique de deux verres rouges pyrométriques ayant une épaisseur totale de 5,8 mm, *entre les températures* 1600° K. *et* 2000° K.

Méthode directe avec spectro-photomètre..	$0,664^{\mu} \pm 0,001^{\mu}$
» pyromètre..........	$0,663_5 \pm 0,001$
Valeur calculée..........................	$0,663_8$
Moyenne................	$0,664 \pm 0,001$

Un autre point important à élucider est celui de la variation de la longueur d'onde effective avec la température de la source étudiée. La méthode de calcul offre une précision suffisante et elle a donné les résultats suivants : la variation est très petite et correspond à une diminution de la longueur d'onde effective quand la température augmente.

Intervalles de températures.	Longueur d'onde effective.
1336°-1600°..............	$0,664_9^{\mu}$
1600-1822..............	$0,664_1$
1800-2400..............	$0,662_9$
2400-3100..............	$0,661_7$
1336-1822..............	$0,664_6$
1336-3100..............	$0,663_4$

L'étude d'autres écrans utilisés soit avec le pyromètre Holborn-Kurlbaum, soit avec d'autres pyromètres a permis de constater des différences très appréciables avec l'échantillon ci-dessus. Chaque spécimen doit donc subir un étalonnage que l'on pourra réaliser de la manière suivante. On déterminera le rapport de l'intensité lumineuse apparente d'une lampe standard pour deux cou-

[1] E.-P. HYDE, F.-E. CADY et W.-E. FORSYTHE, Rapport présenté au Congrès de Washington de la Physical Society, le 24 avril 1915 (*Physical Review*, t. VI, juillet 1915, p. 70-75).

rants bien définis en introduisant le dit spécimen dans l'oculaire d'un photomètre Lummer-Brodhun ou autre; on substitue ensuite le verre étalon et l'on compare les deux rapports. Si le premier est, par exemple, 1 pour 100 plus grand que le second, c'est que la longueur d'onde effective du verre essayé est plus petite que celle de l'étalon d'une quantité facilement calculable par la formule spectrale de Wien et par les températures colorées du corps noir correspondant aux deux régimes de courant adoptés pour la lampe.

II. COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE DU POUVOIR TRANSMETTEUR DES VERRES ROUGES PYROMÉTRIQUES. — Si l'on plonge un de ces filtres dans un bain à 20°, puis à 81°, on constate qu'il y a un déplacement de la bande vers les grandes longueurs d'onde, et la transparence du filtre diminue d'autant plus que la longueur d'onde est plus courte. Ainsi pour $\lambda = 0{,}64\ \mu$, à 20° la radiation transmise est 25 pour 100 de la radiation incidente; à 81°, elle n'est plus que 0,05 pour 100; pour $\lambda = 0{,}66\ \mu$, à 20° on a 70 pour 100 de radiation transmise et seulement 55 pour 100 à 81°.

III. INFLUENCE DE LA POSITION DU DISQUE TOURNANT A SEGMENT OUVERT, DANS L'EMPLOI DES PYROMÈTRES DU TYPE HOLBORN-KURLBAUM. — L'expérience a montré que la position du disque tournant affaiblisseur a une grande importance sur la détermination des températures. Quand il est placé près de la lentille, il faut l'orienter de telle sorte que l'ouverture se présente perpendiculairement à l'axe du filament à l'instant où elle coupe l'axe de la lentille. Il n'y a pas de précautions spéciales à prendre quand le disque est tout près de la lampe, en général, pour les sources très larges, telles qu'un corps noir.

IV. EXPRESSION ANALYTIQUE DE LA LONGUEUR D'ONDE EFFECTIVE ET DU CENTRE DE GRAVITÉ. — Il est facile de comprendre dans une formule la définition de la longueur d'onde effective telle que l'ont donnée les précédents auteurs et de montrer qu'elle ne se confond pas avec le centre de gravité de la courbe de luminosité. Pour cela, M. Paul D. FOOTE [1], du Bureau of Standards de Washington, pose

$$\rho = C\lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda\Theta}},$$

$$T = f(\lambda) = \text{pouvoir transmetteur de l'écran},$$

$$V = \varphi(\lambda) = \text{courbe de sensibilité rétinienne}.$$

T et V sont des fonctions de λ seulement, mais la forme de ces deux fonctions n'est pas connue. Considérons alors deux températures Θ_1 et Θ_2. Les rayonnements monochromatiques correspondants seront :

$$(1)\qquad \begin{cases} \text{pour } \Theta_1 : & \rho_1 = C\lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda\Theta_1}}, \\ \text{pour } \Theta_2 : & \rho_2 = C\lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda\Theta_2}}. \end{cases}$$

[1] Paul D. FOOTE, *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 260, mars 1916, p. 483-501.

Le rapport ρ_1 à ρ_2 est

$$(2)\qquad \frac{\rho_1}{\rho_2} = e^{\frac{c}{\lambda}\left(\frac{1}{\Theta_2} - \frac{1}{\Theta_1}\right)}.$$

Aux températures Θ_1 et Θ_2 la lumière transmise par le verre, en tenant compte de T et V, sera donnée par les intégrales

$$L_1 = \int_0^\infty \rho T V\, d\lambda = \int_0^\infty \rho(\lambda, \Theta_1)\, T(\lambda)\, V(\lambda),$$

$$L_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots = \int_0^\infty \rho(\lambda, \Theta_2)\, T(\lambda)\, V(\lambda),$$

et

$$(3)\qquad \frac{L_1}{L_2} = \frac{\int_0^\infty \rho(\lambda, \Theta_1)\, TV\, d\lambda}{\int_0^\infty \rho(\lambda, \Theta_2)\, TV\, d\lambda}.$$

La longueur d'onde effective sera celle pour laquelle λ aura une valeur λ_L telle que (d'après la définition de Hyde, Cady et Forsythe)

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{L_1}{L_2};$$

d'où l'on tire

$$(4)\qquad \lambda_L = \frac{c\left(\frac{1}{\Theta_2} - \frac{1}{\Theta_1}\right)}{\operatorname{Log} L_1 - \operatorname{Log} L_2}.$$

Enfin, au lieu de définir la longueur d'onde effective pour un intervalle de température de Θ_1 à Θ_2, on peut la définir pour une température déterminée Θ. Si l'on fait $\Theta_1 = \Theta_2$, dans la précédente équation, le second membre devient indéterminé, mais en appliquant la règle de l'Hôpital et en remarquant que, sous le signe $\int$, ρ est seul fonction de Θ, on trouve que, à la limite $\Theta_1 = \Theta_2 = \Theta$ λ_L devient

$$(5)\qquad \lambda_L = \frac{\int_0^\infty \rho TV\, d\lambda}{\int_0^\infty \frac{\rho TV}{\lambda}\, d\lambda}.$$

Par définition, la longueur d'onde correspondant au centre de gravité est donnée par la relation

$$(6)\qquad \lambda_g = \frac{\int_0^\infty \rho TV\lambda\, d\lambda}{\int_0^\infty \rho TV\, d\lambda}.$$

L'auteur a été surpris de la grande précision avec laquelle on détermine λ_g quand on se sert d'un planimètre Amsler n° 1 à deux divisions, pour les aires et les moments. On peut compter sur quatre à cinq chiffres exacts, tandis que le calcul de λ_L, quotient de deux aires, ne permet qu'une approximation de 0,5 pour 100, soit trois chiffres exacts.

L'inspection de la formule (5) nous montre une très curieuse relation : si l'on considère, au lieu de la courbe

ordinaire de transmission, la courbe obtenue en portant les λ en abscisses et en ordonnées $\frac{\rho T V}{\lambda}$, on voit que l'ordonnée du centre de gravité de cette dernière courbe est égale à λ_L; en dernière analyse, donc, la mesure de la longueur d'onde effective aura la même précision que celle de la longueur d'onde du centre de gravité; c'est la propriété que M. Foote a voulu mettre en évidence.

V. Influence de la variation de la longueur d'onde effective sur les mesures de températures. — L'auteur envisage principalement le pyromètre Holborn-Kurlbaum dont l'oculaire renferme un verre aussi monochromatique que possible. On l'étalonne en utilisant deux points fixes de l'échelle des températures; mais comme il faut éviter de trop pousser la lampe étalon pour ne pas endommager son filament, ces températures fixes ne dépasseront pas en général 1300° C. Pour la mesure des températures supérieures à cette dernière limite, on a recours à deux procédés. L'un consiste à affaiblir l'intensité de la source soit au moyen de verres neutres absorbants, soit au moyen de disques tournants à segments ouverts; dans les deux cas, il y a toujours déplacement de la longueur d'onde efficace vers le vert quand la température s'élève. Mais il est bien difficile de préparer des verres absorbants rigoureusement neutres; les meilleurs ont un coefficient de transparence faible dans le bleu, le vert et le jaune; mais qui croît rapidement dans le rouge et atteint un maximum au seuil de l'infra-rouge [1].

La théorie de l'appareil ci-dessus conduit à la formule suivante :

$$\frac{1}{\theta} - \frac{1}{S} = \frac{\lambda \log T}{c \log e} = A, \qquad (7)$$

dans laquelle θ représente la température vraie de la source; S, la température affaiblie mesurée avec le disque ou l'écran; T, le pouvoir transmetteur de l'écran affaiblisseur; λ, la longueur d'onde effective; c, la constante de Wien égale à 14 500 microns par degré. A n'est pas en général une constante, mais doublement une fonction de θ puisque nous avons vu que λ (si le verre n'est pas rigoureusement monochromatique) et surtout T varient avec la température. Pratiquement la quantité A se détermine en visant une source à température constante et en mesurant directement θ et S. Mais cet étalonnage ne s'étend qu'à un intervalle de température dont le maximum est fixé par le régime que peut supporter la lampe pyrométrique et le minimum par S qui devient rapidement si faible qu'il est difficile d'amener à égalité de couleur le filament et la source. Cet intervalle est d'environ 200° C. On peut encore déterminer A directement en visant un corps noir plongé dans un métal ou un autre corps à son point de fusion; cette dernière température donne θ et l'on mesure S. Au Bureau of Standards on emploie la diopside de préférence au palladium et au platine pour cet étalonnage; mais on ne dispose pas encore, en se limitant au point de fusion de la diopside, d'un intervalle de température assez étendu pour étudier les variations d'un verre absorbant et par suite de A, en fonction de la température. Ce sont ces expériences, après quelques autres, que nous allons décrire maintenant.

(1) Le Dr Nutting est parvenu à réaliser des écrans absorbants rigoureusement neutres en employant des matières colorantes. Dans le *Journal of the Franklin Institute* de mars 1916, p. 369, E.-F. Kingsbury a exposé la théorie de trois écrans neutres constitués : 1° par des traits noirs tracés à raison de 24 par centimètre sur deux plaques de verre; les plaques et les traits sont ensuite disposés parallèlement, mais séparés par un léger intervalle. Quand le système tourne autour d'un axe parallèle aux traits, le pouvoir transmetteur varie proportionnellement à la distance qui sépare les deux verres; 2° une plaque métallique percée de trous; 3° un réseau de fils métalliques. On enroule autour d'un cadre métallique rigide des fils de fer bien tendus; on soude les sommets sur les deux côtés opposés du cadre et l'on coupe tous les fils situés d'un même côté.

VI. Coefficient de transparence et longueur d'onde effective. — M. Foote a étudié un verre rouge Iéna 2745 et un verre neutre Iéna F 3815 portant le numéro 4248 B du catalogue du laboratoire. Il a déterminé d'abord son coefficient de transparence pour la région visible du spectre s'étendant de 0,600 μ à 0,725 μ, puis appliqué l'équation (5) au calcul de la longueur d'onde effective : *a*, pour un verre rouge; *b*, pour deux verres rouges logés dans l'oculaire du pyromètre. Pour cela on calcule en se servant de la formule de Wien les valeurs de ρ_λ correspondant aux températures absolues 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2500, 2500, 3000 et 3500°. Pour les coefficients de luminosité $V(\lambda)$ on prend la moyenne des données de Nutting, Ives, Hyde et Forsythe; on a donc tous les éléments nécessaires à la constitution des courbes $F\left(\frac{\rho V T}{\lambda}, \lambda\right)$, afférentes à chaque température; la longueur λ_L se calcule, comme nous l'avons indiqué plus haut, avec le planimètre d'Amsler.

Les résultats sont consignés dans le tableau I; en regard de chaque valeur de λ_L est inscrite la valeur de λ_g pour montrer la différence qui existe réellement entre ces deux longueurs d'onde.

Tableau I. — « *Longueur d'onde effective* » *et* « *centre de gravité* » *de l'écran rouge Iéna* 2745 *employé avec ou sans l'écran neutre Iéna* F 3815 (*référence n°* 4248 B).

(Épaisseur de l'écran rouge : 3,20 mm; épaisseur de l'écran noir : 0,52 mm.)

Température de la source.	1 verre rouge.		2 verres rouges.	
	λ_L.	λ_g.	λ_L.	λ_g.
abs.				
1000	0,6578	0,6587	0,6720	0,6729
1200	0,6541	0,6548	0,6681	0,6690
1400	0,6515	0,6522	0,6655	0,6661
1600	0,6500	0,6506	0,6637	0,6644
1800	0,6487	9,6490	0,6625	0,6628
2000	0,6478	0,6486	0,6615	0,6619
2500	0,6462	0,6467	0,6597	0,6600
3000	0,6451	0,6456	0,6584	0,6589
3500	0,6445	0,6446	0,6574	0,6581

Température de la source.	1 verre rouge + 4248 B.		2 verres rouges + 4248 B.	
	λ_L.	λ_g.	λ_L.	λ_g.
° abs				
1400	0,6657	0,6673	0,6818	0,6831
1600	0,6630	0,6645	0,6796	0,6807
1800	0,6610	0,6624	0,6774	0,6783
2000	0,6595	0,6609	0,6756	0,6767
2500	0,6570	0,6582	0,6728	0,6741
3000	0,6552	0,6563	0,6712	0,6721
3500	0,6539	0,6552	0,6700	0,6710

Si l'on porte en abscisses les températures absolues et en ordonnées, les longueurs d'onde du tableau ci-dessus, on obtient des courbes d'allure sensiblement hyperbolique; en sorte que λ_L est assez bien représenté par une équation de la forme

$$\lambda_L = a + \frac{b}{\Theta} + \frac{c}{\Theta^2}.$$

Pour montrer que cette relation n'est pas rigoureusement hyperbolique, il suffit de différentier l'équation (6) par rapport à Θ; ce qui donne, toutes simplifications faites,

$$\frac{d\lambda_L}{d\Theta} = \frac{c}{\Theta^2}\left(1 - \frac{\lambda_L}{\lambda_c}\right).$$

Ici λ_c est l'ordonnée du centre de gravité de la courbe $F\left(\frac{2VT}{\lambda^2}, \lambda\right)$. Si $\frac{\lambda_L}{\lambda_c}$ était constant, l'intégration conduirait à une hyperbole $\lambda_L = a + \frac{b}{\Theta}$; en réalité $\frac{\lambda_L}{\lambda_c}$ varie avec Θ. Il est intéressant de noter que, λ_L étant une fonction de la température telle que $\lambda_L = a + \frac{b}{\Theta}$, de l'équation

$$\frac{d \operatorname{Log} L}{d\Theta} = \frac{c}{\Theta^2}\,\frac{1}{\lambda_L},$$

on peut tirer une expression de la luminosité en fonction de la température analogue à la formule de Nutting (*La Revue électrique*, t. XIII, p. 17).

Variation de A avec la température. — La méthode et les calculs susceptibles de mettre cette variation en évidence sont assez longs, car ils sont basés sur des intégrales dont la valeur est déterminée à l'aide du planimètre; nous indiquerons les résultats et les conséquences.

Soient T, le coefficient de transmission du verre rouge; T', celui de l'écran neutre noir [qui était représenté par T dans la formule (7)]; pour la combinaison, lampe + verre rouge, d'une part, et source + écran noir + écran rouge, le coefficient de transmission effectif de l'écran noir prend une valeur $T_r \neq T'$; la longueur d'onde effective est aussi devenue λ'_L. L'équation (7), pour une radiation non monochromatique donne :

$$(8) \qquad \lambda'_L \log T_r = c\left(\frac{1}{\Theta} - \frac{1}{S}\right)\log e = Ac \log e.$$

Le coefficient T_r dépend de la température de la source et du nombre de verres rouges superposés.

La longueur d'onde λ'_L de l'ensemble est la moyenne des longueurs d'onde effectives des deux systèmes composants; d'après la formule (7), la longueur d'onde effective du système source + écran neutre + verre rouge est donnée par la relation

$$\lambda_{L_r} = \frac{\int_0^\infty TT''V\rho\, d\lambda}{\int_0^\infty \frac{TT''V\rho}{\lambda}\, d\lambda}$$

et

$$\lambda'_L = \frac{1}{2}(\lambda_L + \lambda_{L_r}).$$

Le tableau II montre les variations de A et de T_r non seulement en fonction de la température, mais en fonction du nombre de verres rouges superposés dans l'oculaire. Il souligne l'importance de l'examen auquel on doit soumettre les écrans utilisés en photométrie.

TABLEAU II. — *Variations de A et T_r avec la température pour le verre neutre Iéna* F 3815.

Θ.	1400.	1600.	1800.	2000.	2500.	3000.	3500.
* $T_r.10^5$..	696	670	658	636	612	601	589
* $-A.10^7$..	2265	2274	2276	2287	2297	2300	2305
** $T_r.10^5$..	912	867	849	828	787	768	749
** $-A.10^7$..	2190	2207	2210	2217	2232	2239	2248

* 1 verre rouge. — ** 2 verres rouges.

Les mêmes procédés d'investigation s'appliquent au cas où l'on emploie un disque tournant à segment ouvert pour affaiblir la source. Le coefficient de transmission T_r est constant, mais la longueur d'onde effective dépend toujours de la température et du nombre de verres rouges superposés dans l'oculaire. Le tableau III donne les valeurs numériques des variations A quand l'ouverture du segment est de 2°,7.

TABLEAU III. — *Variations de A avec la température quand le verre neutre est remplacé par un disque tournant ayant un segment ouvert de* 2°,7.

Θ.	1400.	1600.	1800.	2000.	2500.	3000.	3500.
* $-A.10^7$..	2205	2201	2196	2192	2187	2183	2181
** $-A.10^7$..	2254	2248	2243	2239	2233	2228	2226

* 1 verre rouge. — ** 2 verres rouges.

En résumé, dans la combinaison verre rouge + verre neutre, A croît avec la température et diminue, au contraire, dans la combinaison verre rouge + disque tournant. Si l'on a étalonné l'écran neutre et le disque tournant dans les conditions les plus favorables, par exemple au point de fusion de la diopside, et si l'on suppose A constant comme on l'a fait jusqu'ici, la mesure d'une température absolue de 3500° donnera un nombre de 30° à 40° plus faible avec le verre neutre et de 20° plus fort avec le disque tournant (ou un Nicol); on aurait une différence de 50° à 60° entre les températures mesurées par les deux méthodes.

Le tableau IV contient quelques résultats intéressants sur ce sujet.

TABLEAU IV. — *Verre neutre* 4248 B *et disque tournant à segment ouvert de* 2°,7. *Température d'étalonnage*, 1650°.

Températures Θ.	Différences entre les températures vraies et les températures mesurées. Verre neutre. A.	Verre neutre. B.	Disque tournant. A.	Disque tournant. B.
1200°	— 5	— 5	+ 2	+ 2
1600	— 1	— 1	0	0
2000	+ 4	+ 5	— 3	— 3
2400	+ 11	+ 13	— 7	— 8
2800	+ 19	+ 23	— 12	— 14
3200	+ 27	+ 34	— 17	— 20

A. 1 verre rouge; B, 2 verres rouges.

Des verres neutres plus absorbants et des disques à ouvertures plus étroites s'imposent dès que l'on veut élargir les limites d'emploi du pyromètre; mais il est impossible alors de les étalonner. En pratique, on superpose deux verres neutres et l'on admet que la « constante A » est la somme des valeurs de A correspondant aux étalonnages individuels. Le tableau V ne confirme pas cette hypothèse : on a $A < A_1 + A_2$.

TABLEAU V. — *Superposition de deux verres neutres du type* 4248 B *avec un verre rouge.*

Valeurs obtenues par addition des A correspondants.	1800.	2000.	2500.	3000.	3500.
— $A.10^3$ (valeur exacte).	4497	4521	4545	4561	4572
A chaque verre	4552	4574	4594	4600	4610
A la température de 1650°.	4550	4550	4550	4550	4550

Si l'on associe un verre rouge, l'écran neutre 4248 B et le disque tournant de 2°,7 d'ouverture, on constate, en portant en abscisses les températures et en ordonnées les valeurs de A, que, à partir de 2000°, A demeure constant, tandis que la somme des valeurs séparées de A relatives à chaque affaiblisseur donnera des valeurs trop faibles pour A total : $A > A_1 + A_2$. Cependant l'étalonnage, à une température quelconque, du disque tournant avec deux verres rouges dans l'oculaire et l'étalonnage, à la même température, du verre neutre avec un seul verre rouge dans l'oculaire conduisent à des valeurs séparées de A dont la somme représente exactement A total de la combinaison : 1 verre rouge + disque + verre neutre. L'emploi du rouge extrême pour l'étalonnage du disque a pour effet de rapprocher la longueur d'onde effective du système de celle de la combinaison : 1 verre rouge + 1 verre neutre.

Remarques. — L'accroissement de A avec la température, quand on emploie un verre neutre absorbant, s'explique parce que ce dernier déplace la longueur d'onde effective vers le rouge comme le ferait un abaissement de la température de la source ou l'addition d'un verre rouge dans l'oculaire; comme son action est prépondérante, on prévoit qu'on doit obtenir les résultats du tableau II. S'il y a plusieurs verres superposés, c'est l'action de T_r qui l'emporte, car le coefficient de transmission décroît plus vite que λ_L croît avec la température; ce qui est conforme aux résultats du tableau V.

B. K.

Application du photomètre physique [2].

Un appareil de ce genre est le photomètre à lecture directe de M. Ch. Féry [1]; mais les résultats obtenus par cet auteur sont certainement entachés d'erreur, parce que la solution absorbante d'acétate de cuivre qu'il employait ne donnait pas une courbe de luminosité semblable à la courbe de sensibilité rétinienne. Sous ce dernier rapport, le dispositif de W.-W. Coblentz présente une amélioration sensible. Son photomètre physique comprend un couple constitué de deux rubans ou deux fils de bismuth et d'argent et signalé déjà dans la *Littérature des périodiques* du 19 décembre 1913, p. 180. Ce couple est réuni à un galvanomètre cuirassé complètement soustrait aux perturbations électromagnétiques, condition de beaucoup plus importante que la question de sensibilité qui n'était que de 5×10^{-10} ampère pour une oscillation simple de 2 secondes. La cuve absorbante contenait une solution dont la composition se rapprochait beaucoup de la solution normale. Rappelons encore que celle-ci contient : eau, 1 litre; chlorure cuivrique, 60 g; chromate de potassium, 1,9 g; sulfate double de cobalt et d'ammonium, 14,5 g; acide nitrique de densité 1,05, 18 cm³. On l'emploie sous une épaisseur de 1 cm avec une deuxième cuve de 2 cm d'épaisseur remplie d'eau pure. Une telle solution laisse passer un faisceau dont la courbe de luminosité est identique à la courbe de sensibilité rétinienne.

Pour pouvoir contrôler les résultats obtenus avec cet appareillage, M. Coblentz a opéré sur une lampe à filament de tungstène dont les constantes avaient été déterminées avec le plus grand soin par Middlekauf et Skogland; on avait indiqué seulement les intensités de courant qui alimentaient la lampe dans les mesures photométriques; on les reproduisait à 0,0001 ampère près.

TABLEAU I.

Ampères. $\frac{0,3558}{0,3108}$.	$\frac{0,3404}{0,3258}$.	$\frac{0,3[illegible]42}{0,3404}$.
1,356 →	1,319	"
"	1,311	"
1,351	← 1,311	"
1,344	"	"
1,346 →	1,313	"
"	1,314	"
"	1,313 →	1,273
"	"	1,280
"	"	1,273
1,373	"	← 1,274
1,332	"	"
1,337	"	"
1,347	1,313	1,275

Comme le galvanomètre utilisé n'était pas amorti, on lisait la première impulsion que l'on sait être propor-

([1]) W.-W. COBLENTZ, *Journal of the Franklin Institute*, t. CLXXX, septembre 1915, p. 335-348.

([2]) *La Revue électrique*, t. XIII, 15 janvier 1910 p. 21.

tionnelle à la déviation permanente; avec cette manière de procéder, une mesure radiométrique peut s'effectuer en 5 à 6 secondes. D'autre part, si les intensités de courant sont trop fortes, il n'y a plus proportionnalité entre les impulsions balistiques de grandes et de petites amplitudes, les premières indiquant toujours des valeurs trop élevées; par conséquent, en prenant leurs rapports, on arrive à des valeurs également trop élevées. Cet inconvénient une fois connu, il est facile d'éliminer les opérations douteuses. L'auteur n'a considéré que les rapports des intensités lumineuses. Le tableau I donne une série de mesures réalisées avec les courants imposés.

Les nombres 1,373 et 1,332 méritent peu de confiance; on a constaté des déplacements brusques de l'aiguille du galvanomètre, très probablement sous l'action d'ondes hertziennes. Dans le tableau II sont comparés les résultats obtenus par la photométrie ordinaire et le photomètre physique.

TABLEAU II.

Volts.	Ampères.	Bougies.	Watts par bougie.	Rapports des nombres de la colonne 3.	Rapport des intensités obtenues avec le photomètre direct.
96	0,3108	18,21	1,628	"	"
104	0,3258	24,50	1,375	1,345	1,347
112	0,3404	32,98	1,174	1,316	1,347
120	0,3542	41,08	1,030	1,271	1,275
Rapport.......	41,108 : 18,21 =			2,252	2,256

L'examen des deux dernières colonnes montre une concordance remarquable entre les nombres fournis par les deux méthodes de mesures. En particulier, pour une variation se montant à 41,08 — 18,21 = 23 bougies, la différence n'est que 0,2 pour 100. Enfin les expériences de W.-W. Coblentz n'ont demandé que 3 heures avec un personnel restreint; celles de MM. Middlekauf et Skogland ont exigé des semaines et un grand nombre d'observateurs. **B. K.**

Un spectromètre à rayons X enregistreur et le spectre de haute fréquence du tungstène; A.-H. COMPTON (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 646-659). — Le spectromètre à rayons X en mica que nous avons décrit dans *La Revue électrique*, t. XXV, p. 316, est basé sur une méthode photographique. Beaucoup d'auteurs cependant lui préfèrent la méthode d'ionisation qui a, de son côté, le grave inconvénient d'exiger un grand nombre d'observations séparées pour obtenir un spectre complet. L'auteur a imaginé un dispositif qui permet d'enregistrer le spectre entier des rayons X issus d'une anticathode en tungstène et réfléchis par un cristal, tout en utilisant en principe la méthode d'ionisation. Les longueurs d'ondes mesurées concordent très exactement avec celles indiquées par Barnes pour le même métal.

Sur la méthode de la déviation permanente pour déterminer les constantes d'un galvanomètre balistique à cadre mobile avec une note relative à la non-uniformité du champ magnétique de ces appareils; P.-E. KLOPSTEG (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 633-635). — L'auteur rappelle que la constante balistique d'un galvanomètre est reliée aux autres constantes par la relation

$$K = \frac{T}{2\sqrt{\pi^2+\lambda^2}} k \rho^{\frac{1}{\pi} \operatorname{arc\,tang} \frac{\pi}{\lambda}}$$

qui se réduit à

$$K = \frac{T}{2\pi} k \sqrt{\rho}$$

quand l'amortissement est très faible. Dans cette expression on représente : par K la constante balistique; par k, la constante en courant continu $\left(\frac{i}{\delta}\right)$; par T, la période; par λ, le décrément et par ρ le rapport de deux élongations successives. On fait surtout usage de la première expression pour exposer la théorie de l'appareil; les valeurs que l'on en tire pour les constantes ne concordent pas du tout avec celles que donnent les méthodes directes; les différences atteignent parfois 4 pour 100. La plus grande erreur, quand λ est faible, provient de la valeur de k; mais si l'amortissement est grand, les erreurs proviennent aussi bien de λ que de k. La formule présuppose des conditions idéales telles que, uniformité du champ et symétrie de la bobine par rapport à ce champ. Ce sont les précautions qu'il faut apporter dans la détermination de k que l'auteur développe dans le présent article; elles lui ont donné des résultats constants à moins de 0,02 pour 100. Pour appliquer sa méthode, il conseille de munir la tête de torsion du fil de suspension d'une vis de rappel pour réaliser un réglage parfait.

Influence de la température sur les courbes de sensibilité pour la lumière de différents types de cellules au sélénium; E.-O. DIETERICH (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 191-194). — Ce travail résume une étude des courbes de sensibilité lumineuse pour trois types de cellules au sélénium, à des températures supérieures à la température ambiante. Pour l'un des types, A, la courbe de sensibilité ne présente aucun maximum dans le rouge. Pour le type C le maximum dans le rouge est inférieur au maximum dans le bleu. Pour le type D le maximum dans le rouge est plus élevé que dans le bleu. — La cellule est chauffée dans un petit four à résistance sur lequel on a ménagé une petite ouverture recouverte de mica pour recevoir la lumière; en reliant les bornes de la résistance aux deux pôles d'une batterie d'accumulateurs on peut maintenir une température parfaitement constante, que l'on mesure à l'aide d'un thermomètre disposé à l'intérieur de la cellule. Aux températures les plus élevées la cellule constitue un dispositif très sensible pour déceler des variations de température trop faibles pour affecter le thermomètre; la résistance subit une variation telle que la déviation du galvanomètre atteint plusieurs mètres. — Autant que possible on a adopté des durées d'exposition de 0,5 seconde, la fatigue de la cellule étant bien moindre pour les expositions de faible durée. Cependant, aux températures les plus élevées, la sensibilité des cellules devient si faible que des expositions de courte durée donnent des déviations du galvanomètre trop faibles pour pouvoir être lues avec précision; aussi accroît-on le temps d'exposition. Pour certains types de cellule, notamment pour le type A, ce changement dans la durée de l'éclairement n'affecte pas la forme de la courbe de sensibilité lumineuse. Pour les cellules dont la courbe de sensibilité lumineuse dépend de la durée d'éclairement on utilise un temps d'exposition constant, 10 secondes, pour toutes les températures. Aux températures les plus élevées, on fait accroître la sensibilité par l'emploi de voltages élevés. — Pour les cellules du type A, la sensibilité diminue notablement vers l'extrémité bleue du spectre alors qu'elle est à peine affectée dans le rouge. Avec les cellules qui présentent un maximum dans le rouge on constate un déplacement de ce maximum vers les grandes longueurs d'onde. Ces résultats se raccordent à ceux d'Elliott qui indique un déplacement du maximum vers les courtes longueurs d'onde à la température de l'air liquide. — Quand on revient à la température ambiante on constate que la courbe de sensibilité lumineuse n'est pas modifiée : le maximum reprend sa position primitive.



VARIÉTÉS.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE.

L'industrie électrique anglaise et le marché russe.

Dans notre article sur « La Russie et l'industrie électrique » (voir *La Revue électrique* du 7 janvier 1916), nous avons montré l'état de l'industrie électrique, ainsi que le développement de l'importation de ces produits en Russie avant la guerre. En indiquant les causes de la prépondérance des produits électriques allemands sur le marché russe, nous avons signalé en même temps celles de l'infériorité de l'exportation française en Russie et quelques remèdes à y apporter.

Or, le marché russe intéresse dès à présent beaucoup d'autres pays et principalement l'Angleterre et les États-Unis qui espèrent y prendre la place de l'Allemagne. Il importe donc aux industriels français qui songent à exporter leurs produits en Russie de savoir de quelle façon ces pays procèdent pour étudier et conquérir le marché russe. Dans le présent article, nous nous arrêterons sur l'Angleterre et particulièrement sur son industrie électrique.

L'industrie anglaise s'est complètement réorganisée pendant la guerre. Actuellement on étudie très attentivement en Angleterre tous les moyens de se préparer à une lutte économique, inévitable, après la cessation des hostilités. On s'occupe particulièrement de la Russie. Le grand journal londonien « Times » travaille activement à renseigner le public anglais sur la Russie : Il publie régulièrement des suppléments gratuits (*The Times Russian Supplement*) dont le dernier numéro, du 30 septembre 1916, est déjà le 24e. Il fit paraître également un recueil de 268 pages (*The Times Book of Russia*) où l'on trouve des renseignements sur les finances, le commerce, l'industrie, la marine marchande, les voies de communications, les tarifs, les ressources naturelles, l'agriculture, les forêts, l'instruction publique et la situation économique de la Russie. Ce recueil, bien présenté et muni d'index, permet à chacun de trouver rapidement les renseignements voulus.

Ne limitant pas son activité à l'Angleterre, l'éditeur du « Times » a entrepris la publication à Petrograd en langue russe d'une revue nommée *Russko-Britanskoë Vremia* (Temps Russo-Britannique). Un spécimen de cette Revue que nous avons entre les mains, celui de mai 1916, est son 7e numéro. Son contenu comprend deux parties : la première traite des questions d'ordre général se rattachant au rapprochement économique anglo-russe, et la seconde, consacrée à la description de divers produits de l'industrie anglaise, contient encore un indicateur détaillé de diverses usines et fabriques anglaises. Dans ce numéro nous trouvons justement les articles sur les moteurs à gaz anglais, sur les diverses machines agricoles, et sur un appareil téléphonique de la maison « The Western Electric Co Ltd. North Woolwich », etc. Notons en passant que ce numéro contient 28 pages d'annonces, sans compter celles de la couverture.

Pour faciliter le rapprochement anglo-russe, on a fondé en Angleterre une Société destinée à la propagation des connaissances sur la Russie et de l'étude de la langue russe. D'autres revues encore, consacrées à la Russie, ont surgi, et la plupart des journaux et des revues parlent actuellement de cette question si à l'ordre du jour dans tout l'empire britannique.

Parmi les articles écrits dans cet ordre d'idées, une mention particulière doit être faite de ceux que M. Gourevitch, ingénieur russe, a publiés, sur l'industrie électrique des deux pays, dans la Revue russe *Electritchestvo* ainsi que dans la Revue anglaise *The Electrician*, et sur l'industrie anglaise des machines et le marché russe dans l'*Engineer*. Nous y empruntons quelques-uns des renseignements qui suivent.

Par comparaison aux autres pays, le besoin de produits de l'industrie électrique que l'Angleterre éprouvait avant la guerre n'était pas grand. Cela s'explique par un fort développement des usines à gaz. L'Angleterre qui avait été, grâce à ses immenses réserves de charbon, le pionnier dans ce domaine, possède actuellement 1662 usines à gaz, tandis que l'Allemagne n'en a que 552 et la Russie 22 seulement. La consommation annuelle du gaz qui s'élève à 500 millions de mètres cubes à Paris, 300 à Berlin, 120 à Vienne, 36 à Varsovie, 19 à Petrograd et 13 à Moscou, atteint à Londres 900 millions de mètres cubes, c'est-à-dire le total des consommations de Paris, de Berlin et de Vienne. L'éclairage au gaz fait donc en Angleterre une sérieuse concurrence à l'éclairage électrique. La consommation de l'énergie électrique par habitant était de 110 kw-h à Londres (en 1910-1911); de 170 kw-h (en 1911-1912) à Berlin et de 310 kw-h (1911) à Chicago. En 1902, il y avait 3620 centrales électriques aux États-Unis et 457 en Angleterre. De 1902 à 1914 le nombre des centrales anglaises a monté jusqu'à 581; à cette époque l'Allemagne possédait 4090 centrales desservant 17 500 villes et villages. Les plus puissantes usines génératrices se trouvent à Berlin (puissance maximum 192 700 kw), à Dusseldorf (65 000 kw) et à Gleiwitz (59 000 kw).

Un autre obstacle au développement de l'application de l'énergie électrique est une grande hétérogénéité des courants produits. Ainsi les 64 usines génératrices de Londres produisent 29 variétés de courant, le nombre de fréquences étant de 8.

Nous pouvons signaler à ce sujet l'existence du même défaut dans la distribution de l'énergie électrique à Pétrograd (dont le développement des centrales électriques a été décrit dans *La Revue électrique* du 4 juin 1915), quoique cette ville possède 4 centrales. Ainsi la Société

tionnelle à la déviation permanente; avec cette manière de procéder, une mesure radiométrique peut s'effectuer en 5 à 6 secondes. D'autre part, si les intensités de courant sont trop fortes, il n'y a plus proportionnalité entre les impulsions balistiques de grandes et de petites amplitudes, les premières indiquant toujours des valeurs trop élevées; par conséquent, en prenant leurs rapports, on arrive à des valeurs également trop élevées. Cet inconvénient une fois connu, il est facile d'éliminer les opérations douteuses. L'auteur n'a considéré que les rapports des intensités lumineuses. Le tableau I donne une série de mesures réalisées avec les courants imposés.

Les nombres 1,373 et 1,332 méritent peu de confiance; on a constaté des déplacements brusques de l'aiguille du galvanomètre, très probablement sous l'action d'ondes hertziennes. Dans le tableau II sont comparés les résultats obtenus par la photométrie ordinaire et le photomètre physique.

TABLEAU II.

Volts.	Amperes.	Bougies.	Watts par bougie.	Rapports des nombres de la colonne 3.	Rapport des intensités obtenues avec le photomètre direct.
96	0,3108	18,21	1,628	"	"
104	0,3258	24,50	1,375	1,345	1,347
112	0,3404	32,28	1,174	1,316	1,347
120	0,3542	41,08	1,030	1,271	1,275
Rapport.......			41,108 : 18,21 =	2,252	2,256

L'examen des deux dernières colonnes montre une concordance remarquable entre les nombres fournis par les deux méthodes de mesures. En particulier, pour une variation se montant à 41,08 — 18,21 = 23 bougies, la différence n'est que 0,2 pour 100. Enfin les expériences de W.-W. Coblentz n'ont demandé que 3 heures avec un personnel restreint; celles de MM. Middlekauf et Skogland ont exigé des semaines et un grand nombre d'observateurs.

B. K.

Un spectromètre à rayons X enregistreur et le spectre de haute fréquence du tungstène; A.-H. COMPTON (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 646-659). — Le spectromètre à rayons X en mica que nous avons décrit dans *La Revue électrique*, t. XXV, p. 316, est basé sur une méthode photographique. Beaucoup d'auteurs cependant lui préfèrent la méthode d'ionisation qui a, de son côté, le grave inconvénient d'exiger un grand nombre d'observations séparées pour obtenir un spectre complet. L'auteur a imaginé un dispositif qui permet d'enregistrer le spectre entier des rayons X issus d'une anticathode en tungstène et réfléchis par un cristal, tout en utilisant en principe la méthode d'ionisation. Les longueurs d'ondes mesurées concordent très exactement avec celles indiquées par Barnes pour le même métal.

Sur la méthode de la déviation permanente pour déterminer les constantes d'un galvanomètre balistique à cadre mobile avec une note relative à la non-uniformité du champ magnétique de ces appareils; P.-E. KLOPSTEG (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 633-635). — L'auteur rappelle que la constante balistique d'un galvanomètre est reliée aux autres constantes par la relation

$$K = \frac{T}{2\sqrt{\pi^2+\lambda^2}}\, k\, \rho^{\frac{1}{\pi}\,\text{arc tang}\,\frac{\pi}{\lambda}}$$

qui se réduit à

$$K = \frac{T}{2\pi}\, k\sqrt{\rho}$$

quand l'amortissement est très faible. Dans cette expression on représente : par K la constante balistique; par k, la constante en courant continu $\left(\frac{i}{\delta}\right)$; par T, la période; par λ, le décrément et par ρ le rapport de deux élongations successives. On fait surtout usage de la première expression pour exposer la théorie de l'appareil; les valeurs que l'on en tire pour les constantes ne concordent pas du tout avec celles que donnent les méthodes directes; les différences atteignent parfois 4 pour 100. La plus grande erreur, quand λ est faible, provient de la valeur de k; mais si l'amortissement est grand, les erreurs proviennent aussi bien de λ que de k. La formule présuppose des conditions idéales telles que, uniformité du champ et symétrie de la bobine par rapport à ce champ. Ce sont les précautions qu'il faut apporter dans la détermination de k que l'auteur développe dans le présent article; elles lui ont donné des résultats constants à moins de 0,02 pour 100. Pour appliquer sa méthode, il conseille de munir la tête de torsion du fil de suspension d'une vis de rappel pour réaliser un réglage parfait.

Influence de la température sur les courbes de sensibilité pour la lumière de différents types de cellules au sélénium; E.-O. DIETERICH (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 191-194). — Ce travail résume une étude des courbes de sensibilité lumineuse pour trois types de cellules au sélénium, à des températures supérieures à la température ambiante. Pour l'un des types, A, la courbe de sensibilité ne présente aucun maximum dans le rouge. Pour le type C le maximum dans le rouge est inférieur au maximum dans le bleu. Pour le type D le maximum dans le rouge est plus élevé que dans le bleu. — La cellule est chauffée dans un petit four à résistance sur lequel on a ménagé une petite ouverture recouverte de mica pour recevoir la lumière; en reliant les bornes de la résistance aux deux pôles d'une batterie d'accumulateurs on peut maintenir une température parfaitement constante, que l'on mesure à l'aide d'un thermomètre disposé à l'intérieur de la cellule. Aux températures les plus élevées la cellule constitue un dispositif très sensible pour déceler des variations de température trop faibles pour affecter le thermomètre; la résistance subit une variation telle que la déviation du galvanomètre atteint plusieurs mètres. — Autant que possible on a adopté des durées d'exposition de 0,5 seconde, la fatigue de la cellule étant bien moindre pour les expositions de faible durée. Cependant, aux températures les plus élevées, la sensibilité des cellules devient si faible que des expositions de courte durée donnent des déviations du galvanomètre trop faibles pour pouvoir être lues avec précision; aussi accroît-on le temps d'exposition. Pour certains types de cellule, notamment pour le type A, ce changement dans la durée de l'éclairement n'affecte pas la forme de la courbe de sensibilité lumineuse. Pour les cellules dont la courbe de sensibilité lumineuse dépend de la durée d'éclairement on utilise un temps d'exposition constant, 10 secondes, pour toutes les températures. Aux températures les plus élevées, on fait accroître la sensibilité par l'emploi de voltages élevés. — Pour les cellules du type A, la sensibilité diminue notablement vers l'extrémité bleue du spectre alors qu'elle est à peine affectée dans le rouge. Avec les cellules qui présentent un maximum dans le rouge on constate un déplacement de ce maximum vers les grandes longueurs d'onde. Ces résultats se raccordent à à ceux d'Elliott qui indique un déplacement du maximum vers les courtes longueurs d'onde à la température de l'air liquide. — Quand on revient à la température ambiante on constate que la courbe de sensibilité lumineuse n'est pas modifiée : le maximum reprend sa position primitive.

VARIÉTÉS.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE.

L'industrie électrique anglaise et le marché russe.

Dans notre article sur « La Russie et l'industrie électrique » (voir *La Revue électrique* du 7 janvier 1916), nous avons montré l'état de l'industrie électrique, ainsi que le développement de l'importation de ces produits en Russie avant la guerre. En indiquant les causes de la prépondérance des produits électriques allemands sur le marché russe, nous avons signalé en même temps celles de l'infériorité de l'exportation française en Russie et quelques remèdes à y apporter.

Or, le marché russe intéresse dès à présent beaucoup d'autres pays et principalement l'Angleterre et les États-Unis qui espèrent y prendre la place de l'Allemagne. Il importe donc aux industriels français qui songent à exporter leurs produits en Russie de savoir de quelle façon ces pays procèdent pour étudier et conquérir le marché russe. Dans le présent article, nous nous arrêterons sur l'Angleterre et particulièrement sur son industrie électrique.

L'industrie anglaise s'est complètement réorganisée pendant la guerre. Actuellement on étudie très attentivement en Angleterre tous les moyens de se préparer à une lutte économique, inévitable, après la cessation des hostilités. On s'occupe particulièrement de la Russie. Le grand journal londonien « Times » travaille activement à renseigner le public anglais sur la Russie : Il publie régulièrement des suppléments gratuits (*The Times Russian Supplement*) dont le dernier numéro, du 30 septembre 1916, est déjà le 24e. Il fit paraître également un recueil de 268 pages (*The Times Book of Russia*) où l'on trouve des renseignements sur les finances, le commerce, l'industrie, la marine marchande, les voies de communications, les tarifs, les ressources naturelles, l'agriculture, les forêts, l'instruction publique et la situation économique de la Russie. Ce recueil, bien présenté et muni d'index, permet à chacun de trouver rapidement les renseignements voulus.

Ne limitant pas son activité à l'Angleterre, l'éditeur du « Times » a entrepris la publication à Petrograd en langue russe d'une revue nommée *Russko-Britanskoë Vremia* (Temps Russo-Britannique). Un spécimen de cette Revue que nous avons entre les mains, celui de mai 1916, est son 7e numéro. Son contenu comprend deux parties : la première traite des questions d'ordre général se rattachant au rapprochement économique anglo-russe, et la seconde, consacrée à la description de divers produits de l'industrie anglaise, contient encore un indicateur détaillé de diverses usines et fabriques anglaises. Dans ce numéro nous trouvons justement les articles sur les moteurs à gaz anglais, sur les diverses machines agricoles, et sur un appareil téléphonique de la maison « The Western Electric Co Ltd. North Woolwich », etc. Notons en passant que ce numéro contient 28 pages d'annonces, sans compter celles de la couverture.

Pour faciliter le rapprochement anglo-russe, on a fondé en Angleterre une Société destinée à la propagation des connaissances sur la Russie et de l'étude de la langue russe. D'autres revues encore, consacrées à la Russie, ont surgi, et la plupart des journaux et des revues parlent actuellement de cette question si à l'ordre du jour dans tout l'empire britannique.

Parmi les articles écrits dans cet ordre d'idées, une mention particulière doit être faite de ceux que M. Gourevitch, ingénieur russe, a publiés, sur l'industrie électrique des deux pays, dans la Revue russe *Electritchestvo* ainsi que dans la Revue anglaise *The Electrician*, et sur l'industrie anglaise des machines et le marché russe dans l'*Engineer*. Nous y empruntons quelques-uns des renseignements qui suivent.

Par comparaison aux autres pays, le besoin de produits de l'industrie électrique que l'Angleterre éprouvait avant la guerre n'était pas grand. Cela s'explique par un fort développement des usines à gaz. L'Angleterre qui avait été, grâce à ses immenses réserves de charbon, le pionnier dans ce domaine, possède actuellement 1662 usines à gaz, tandis que l'Allemagne n'en a que 552 et la Russie 22 seulement. La consommation annuelle du gaz qui s'élève à 500 millions de mètres cubes à Paris, 300 à Berlin, 120 à Vienne, 36 à Varsovie, 19 à Petrograd et 13 à Moscou, atteint à Londres 900 millions de mètres cubes, c'est-à-dire le total des consommations de Paris, de Berlin et de Vienne. L'éclairage au gaz fait donc en Angleterre une sérieuse concurrence à l'éclairage électrique. La consommation de l'énergie électrique par habitant était de 110 kw-h à Londres (en 1910-1911); de 170 kw-h (en 1911-1912) à Berlin et de 310 kw-h (1911) à Chicago. En 1902, il y avait 3620 centrales électriques aux États-Unis et 457 en Angleterre. De 1902 à 1914 le nombre des centrales anglaises a monté jusqu'à 581; à cette époque l'Allemagne possédait 4090 centrales desservant 17 500 villes et villages. Les plus puissantes usines génératrices se trouvent à Berlin (puissance maximum 192 700 kw), à Dusseldorf (65 000 kw) et à Gleiwitz (59 000 kw).

Un autre obstacle au développement de l'application de l'énergie électrique est une grande hétérogénéité des courants produits. Ainsi les 64 usines génératrices de Londres produisent 29 variétés de courant, le nombre de fréquences étant de 8.

Nous pouvons signaler à ce sujet l'existence du même défaut dans la distribution de l'énergie électrique à Pétrograd (dont le développement des centrales électriques a été décrit dans *La Revue électrique* du 4 juin 1915), quoique cette ville possède 4 centrales. Ainsi la Société

de 1886 fournit le courant triphasé sous 2000 volts (fréquence 50) qui, après avoir été transformé, arrive aux consommateurs sous 120 volts. La Société belge donne le courant monophasé sous 2000 volts (fréquence, 42,5) avec transformation jusqu'à 110 volts, la Société des Installations électriques fournit le courant monophasé sous 3000 volts (fréquence 50) et enfin la centrale municipale pour les tramways, le courant triphasé sous 6600 volts (fréquence 25).

Par suite des conditions défavorables à l'apparition de l'éclairage électrique, la dépense annuelle électrique par habitant ne dépassait pas en Angleterre, 7,55 fr, tandis qu'elle s'élevait à 19,50 fr en Allemagne. Mais même cette faible quantité de produits de l'industrie électrique n'était pas fabriquée en Angleterre, car l'Allemagne en importait annuellement pour 34 millions de marks, c'est-à-dire $\frac{1}{4}$ de toute la consommation. D'autre part, tandis que l'Allemagne qui produisait annuellement pour 1200 millions de marks de produits électriques en exportait en 1912 pour 217 millions de marks (c'est-à-dire 22,5 pour 100 de sa production) et en 1913 pour 330 millions (un accroissement de 21,3 pour 100), l'exportation anglaise se poursuivait comme suit :

	En millions de francs.			
	1907.	1911.	1912.	1913.
Exportation totale de produits électrotechniques de l'Angleterre........	91 500	127 000	137 500	191 000
Exportation de machines électriques de l'Angleterre..................	24 800	45 000	49 000	57 500

Il faut remarquer que l'année 1913 a été très favorable à l'industrie électrique anglaise, car les exportations ont augmenté par rapport à l'année précédente de 40 pour 100, tandis que l'accroissement correspondant de l'Allemagne n'a été que de 21 pour 100. Les exportations anglaises dans différents pays sont exprimées dans le tableau I, emprunté à « Annual Statement of Trade of the United Kingdom ». On voit d'après ce tableau que la nomenclature statistique n'est pas suffisamment détaillée en Angleterre, à l'exception toutefois de celle des câbles. En effet, l'industrie de ces derniers y est très développée, grâce à une énorme consommation exigée par les communications de la métropole avec ses colonies. Ainsi en 1913 les câbles représentaient une somme de 3 557 663 livres (47 pour 100) dans laquelle les câbles sous-marins entraient pour 1 903 915 livres (25,2 pour 100).

Tableau I. — *L'exportation des produits électrotechniques*

PRODUITS	TOTAL	CEYLAN, NOUVELLE-ZÉLANDE, ÉGYPTE	AUSTRALIE	INDES	AFRIQUE du Sud	CANADA	ARGENTINE	BRÉSIL
1. Fil de cuivre isolé et câbles électriques (1).......								
a. Avec isolement de caoutchouc.............	421 691	23 193	132 425	64 351	51 712	"	62 379	11 541
b. Avec un autre isolement..................	540 728	"	133 364	64 438	64 471	42 927	83 963	3 214
2. Câbles télégraphiques et téléphoniques (2)........	711 329	66 229	251 486	26 861	52 760	"	86 950	48 527
3. Câbles télégraphiques et téléphoniq. sous-marins.	1 903 915	1 227 975	"	"	"	65 318	"	81 406
4. Appareils télégraphiques et téléphoniques........	290 279	"	47 021	32 920	14 342	"	32 839	21 028
5. Charbons pour les applications électriques.......	10 064	"	"	"	"	"	"	"
6. Lampes électriques à incandescence.............	152 456	"	40 161	27 683	20 432	8 117	14 278	4 847
7. Lampes à arc....................................	14 512	"	1 665	2 466	"	"	1 909	"
8. Pièces détachées des lampes à arc et incandescence.	51 828	"	"	"	"	"	2 579	"
9. Accumulateurs et batteries électriques...........	226 325	3 452	27 435	43 458	28 090	31 626	23 731	7 537
10. Machines électriques et leurs pièces de rechange.	2 269 433	114 690	285 381	293 384	143 890	151 352	213 489	101 570
11. Produits et appareils électrotechniques non indiqués	1 063 146	61 224	139 980	116 409	85 331	50 717	72 057	80 432
Total (en livres sterling)..............	7 655 706	1 496 763	1 058 918	673 969	461 028	349 877	594 174	360 102
Total (en francs).......................	192 000 000	4 040 555 = 102 000 000 fr					1 062 235 = 26	

(1) Sauf ceux destinés aux télégraphes et aux téléphones. (2) Sauf les câbles sous-marins.

Mais cette branche, la plus développée de l'industrie électrique anglaise, ne présente pas de grand intérêt pour la Russie, dont la production de câbles est suffisamment développée pour satisfaire ses besoins. Le droit d'entrée très élevé, et le concours de capitaux étrangers ont largement contribué au progrès de cette industrie en Russie. En 1913 on y a importé pour 413 000 fr de câbles seulement dont 217 000 fr provenant de l'Allemagne.

En ce qui concerne les appareils télégraphiques et téléphoniques on a fait de grands efforts pour obtenir leur fabrication en Russie, et le Département des Postes, principal consommateur de ces appareils les commande exclusivement aux fabriques russes qui, cependant, les font payer le double de leur prix à l'étranger. L'importation de ces appareils de l'Allemagne en Russie atteignait en 1913 (suivant les données de la statistique allemande), la somme de 1 267 000 marks (188 000 marks d'appareils télégraphiques et 1 079 000 marks d'appareils téléphoniques) au lieu de 1 221 000 en 1912. Les charbons pour les lampes à arc dont la Russie manque actuellement, car ils étaient importés autrefois presque exclusivement par l'Allemagne (pour 447 000 marks en 1913), ne sont pas fabriqués en quantité suffisante en

Angleterre, qui elle-même doit les faire venir de la Suède, de la Suisse, etc.

L'exportation anglaise de lampes à incandescence est insignifiante. Elle s'élève en 1913 à 152 456 livres, c'est-à-dire est inférieure à l'exportation allemande en Russie seulement. En effet l'Allemagne a exporté en 1913 7 669 105 lampes à filament métallique pour une somme de 7 296 000 marks et 1 539 586 lampes à filament de charbon pour une somme de 768 000 marks (total 8 064 000 marks).

Le faible développement en Angleterre de l'industrie des lampes à incandescence s'explique par le fait que deux de ses usines seulement travaillent avec les ampoules anglaises, tandis que toutes les autres achètent les ampoules sur le continent, ce qui augmente leur prix de revient. En général, la production de lampes en verre et en porcelaine n'a pas reçu de développement suffisant en Angleterre, et l'industrie de l'appareillage électrique souffre du même défaut que celle des lampes. L'exportation anglaise de lampes à arc et de projecteurs s'élevait en 1913 à une somme de 365 000 fr, tandis qu'à cette même époque, l'Allemagne seule en a exporté en Russie seulement pour 1 415 000 fr. Il est vrai que l'Angleterre a aussi exporté des accumulateurs pour 226 325 livres, mais cela n'a pas une grande importance pour la Russie qui arrive à satisfaire elle même sa demande d'accumulateurs.

La rubrique intitulée par la statistique anglaise (*voir* tableau I) « produits et appareils électrotechniques non indiqués » représente un groupe très important. L'exportation totale de ces produits s'élevait en 1913 à 1063 146 livres (28 millions de francs environ) et en Russie seulement pour 1607 livres (420 000 francs), c'est-à-dire 1,5 pour 100. Ce groupe comprend : l'appareillage électrique, les appareils de mesure et les compteurs. L'industrie de l'appareillage électrique est exceptionnellement développée en Allemagne et ne l'est même pas suffisamment en Angleterre. Par contre la fabrication des appareils de mesure et de compteurs y est assez forte pour que la Russie, où elle n'existe pas jusqu'à présent, ait pu les y acheter.

L'Allemagne a exporté en Russie en 1913 les produits compris dans la même rubrique, tels que : les appareils électriques haute tension pour une somme de 11 100 000 fr; des appareils pour chauffage électrique, 400 000 fr; des appareils pour la signalisation électrique, 825 000 fr; des appareils électriques pour la médecine, 1 150 000 fr des appareils de mesure, 5,25 millions de francs; des appareils pour la télégraphie sans fil, des isolateurs et des électrodes, 785 000 fr. Total : 19 510 000 fr.

de l'Angleterre en 1913 (*en livres sterling*).

CHILI	JAPON	ÉTATS-UNIS	COLONIES portugaises et hollandaises	CHINE	FRANCE	ALLEMAGNE	ESPAGNE	RUSSIE	DANEMARK, NORVÈGE	BELGIQUE	ITALIE	TURQUIE
"	"	"	8 750	5 512	"	22 209	"	"	"	"	"	"
"	18 306	"	7 436	19 627	"	"	15 546	"	"	3 048	"	"
"	25 337	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	34 262
"	"	191 012	135 000	"	"	"	"	"	53 000	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	15 453	"	11 124
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
2 700	"	738	"	7 102	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	2 057	7 397	"	19 737	"	2 131	"	"
3 535	17 159	"	"	3 035	"	"	"	"	"	"	"	"
54 768	187 901	38 354	53 009	28 705	114 603	41 481	60 308	60 903	40 203	36 460	45 804	"
46 956	37 404	"	15 167	35 815	58 006	37 174	27 373	16 007	"	12 490	"	"
107 959	286 107	230 104	219 362	99 795	174 666	108 261	103 227	96 647	93 203	71 582	45 804	45 386
…000 fr	835 368 = 21 100 000 fr				738 776 = 18 700 000 fr							

L'industrie anglaise des machines électriques, la plus importante après celle des câbles, présente un très grand intérêt. En effet l'importation des machines électriques en Russie occupe la première place dans l'importation totale des produits électrotechniques. Le tableau II donne l'importation de ces machines en 1913.

Le tableau II montre que suivant les données statistiques de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la Suisse, l'exportation en 1913 des machines électriques de ces trois pays en Russie représente une somme de 14 418 000 fr, tandis que la statistique russe évalue l'importation totale en Russie de ces machines à la même époque à 25 600 000 fr. Même si l'on tient compte de la valeur des machines électriques importées en Russie par l'Autriche, la Belgique, la France et la Suède qui en 1912 forment 7 pour 100 de l'importation totale ainsi que des différentes manières d'évaluation des marchandises, un écart entre les données statistiques qui s'élève à 10 millions de francs ne pourra pas être expliqué. Cet exemple montre bien l'imperfection de la statistique russe. Le manque de précision dans la nomenclature du matériel électrique n'est pas son seul défaut. La douane

russe ne tient pas compte de la provenance des marchandises, les notant d'origine allemande du moment où elles arrivent en Russie par les chemins de fer ou par les ports allemands. Ainsi les marchandises anglaises, belges et suisses sont inscrites comme allemandes s'ils traversent le territoire allemand, et les machines électriques suisses pour une valeur de 3,5 millions de francs, exportées en Russie en 1913, ne sont pas mentionnées du tout par la statistique russe. De cette façon les chiffres des importations allemandes en Russie sont très exagérés par le service des douanes russes, tandis que ceux des importations des autres pays sont fort au-dessous de la réalité. La question de l'introduction dans tous les pays d'une statistique commune a été sur le point d'être réalisée et, sur l'initiative du Gouvernement belge, les représentants de 29 États (la Russie y compris) devaient se réunir à Bruxelles pour l'élaborer. La guerre survenue a empêché de mettre ce projet à exécution, mais après la fin des hostilités il sera sans doute remis à l'ordre du jour.

Tableau II.

Les sources où sont empruntées les données.	Importation en Russie.	Exportation totale.	(1).
Allemagne.			
Statistique des Deutschen Reiches (en marks)	7 867 000	64 403 000	12,6
Id. (en francs)	9 600 000	79 500 000	»
Suisse.			
Schweizer Handels Statistique (en francs)	3 278 000	20 353 000	16,1
Angleterre.			
Annual Statement of trade of the United Kingdom (en livres)	60 903	2 269 433	2,7
Id. (en francs)	1 540 000	57 400 000	»
États-Unis.			
Monthly Summary for Trade and Finance (en dollars)	»	7 261 000	»
Id. (en francs)	»	37 600 000	»
Total (en francs)	14 418 000	194 853 000	

Le tableau II montre également que le marché russe n'a joué aucun rôle pour les constructeurs anglais de machines électriques. Pendant que l'Allemagne a exporté en Russie en 1913 12,6 pour 100 de son exportation totale, l'Angleterre n'y a exporté que 2.7 pour 100. Même la petite Suisse a exporté en Russie deux fois plus que l'Angleterre. Quant à l'Allemagne, elle y a exporté six fois et demie plus de machines électriques que l'Angleterre, quoique cette dernière aurait pu lui faire une sérieuse concurrence.

Pour mieux comprendre l'indifférence que l'Angleterre éprouvait pour le marché russe avant la guerre, il faut regarder de plus près la répartition des exportations anglaises en général. Dans le tableau I toutes ces exportatons sont réparties entre quatre groupes. Le premier comprend l'exportation dans les colonies anglaises, l'Australie, les Indes, l'Afrique du Sud, le Canada, etc.) qui représente 102 000 000 de francs ou 53 pour 100. La seconde, celle dans les trois Républiques de l'Amérique du Sud : Argentine, le Brésil et le Chili atteignant 26 800 000 fr ou 14 pour 100. Le troisième se compose des exportations dans le Japon, la Chine, les États-Unis, les colonies portugaises et hollandaises s'élevant à 21 100 000 fr ou 11 pour 100. Enfin dans le quatrième entrent les exportations dans les pays d'Europe qui sont les plus faibles et n'atteignent que la somme peu importante de 18 7000 000 fr ou 9,8 pour 100.

On voit par là que le centre de gravité des exportations de l'Angleterre se trouve dans ses colonies où l'Angleterre envoie plus de la moitié de ses exportations des produits électrotechniques. Les constructeurs et les exportateurs anglais se désintéressèrent du marché européen où la concurrence des autres pays européens devient de plus en plus forte, d'autant plus qu'ils possèdent de grands avantages sur leurs concurrents dans les colonies. Ils ont là à leur disposition une grande flotte marchande et toute une organisation administrative pour la conquête économique. Les derniers temps ils ont du accorder une attention spéciale à leurs colonies, car l'Allemagne a fait de grands efforts pour les inonder, elles aussi, de ses produits électrotechniques. En effet, en créant des stocks importants dans les grands centres de colonies anglaises, l'Allemagne est arrivé à fournir le matériel électrique plus vite et meilleur marché que l'Angleterre. Ainsi les exportations allemandes des produits électrotechniques se sont élevées en 1913 à 425 000 livres, c'est-à-dire ont presque égalé celles d'Angleterre qui atteignaient 461 000 livres.

Pour lutter contre la concurrence allemande on propose dans certaines sphères anglaises d'avoir recours aux mesures protectionnistes en introduisant des droits de douane. Mais si l'Angleterre, pays classique de libre échange, pour avoir de nouveaux revenus et pour protéger son industrie, introduit ces droits, elle perdra ses débouchés de l'Amérique du Sud. En effet, l'Allemagne, en rencontrant des difficultés pour ses exportations dans les pays avec lesquels elle est actuellement en guerre, devra accorder une attention plus grande à l'Amérique du Sud. Mais comme en 1913 ses exportations dans les républiques A, B, C ont déjà dépassé celles de tous les autres pays, il est fort probable que, grâce aux prix bas de ses produits et à ses méthodes commerciales perfectionnées, elle saura conquérir ces marchés après la guerre. D'autre part, la conquête du marché de l'Amérique du Sud préoccupe en ce moment les États-Unis. Leurs exportations augmentent très rapidement. De 100 millions de francs en 1911, elles ont passé à 121 millions en 1912 et à 146 millions en 1913. La situation géographique des États-Unis est très favorable à l'expansion de leur commerce avec l'Amérique du Sud. Quoi qu'il en soit, en perdant ce marché, l'Angleterre sera obligée de rechercher des débouchés nouveaux et c'est la Russie qui pourrait lui fournir un champ d'action très vaste.

J. Vichniak.

(1) Rapport de l'importation en Russie à l'exportation totale en pour 100.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

— Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 10 juin 1916, nous extrayons ce qui suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'études	1 »
Mobilier et outillage	1 »
Dépenses d'installations	74 590 144,46
Forces motrices des Alpes-Maritimes	3 623 510,30
Haute-Durance et Nartuby	4 201 130,80
Portefeuille	2 313 723 »
Matériel en location	233 055,36
Approvisionnements	1 394 287,19
Caisses et comptes courants	1 052 509,70
Factures à recouvrer	1 187 204,90
Débiteurs divers	754 656,69
Impôts sur titres à recouvrer	110 691,48
Comptes d'ordre et divers	48 263,61
Total	89 509 181,49

Passif.

Capital	38 000 000 »
Obligations	35 244 877,85
Réserve légale	505 274,56
Fonds d'amortissement du capital	508 000 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	2 138 642,80
Provision pour dépenses exceptionnelles	1 000 000 »
Régularisation des frais de production de vapeur	1 025 365,25
Provision pour exercice 1916	450 000 »
Fournisseurs et entrepreneurs	2 454 598,83
Créditeurs divers	2 553 703,67
Cautionnements et avances de clients	73 710,60
Travaux et installations à régler par annuités	2 339 136,88
Coupons à payer et obligations à rembourser :	
Coupons échus et obligations à rembourser / Coupons échéant le 1er janvier 1916	1 216 398,93
Compte d'ordre et divers	96 163,09
Profits et Pertes	1 903 309,03
Total	89 509 181,49

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION.

Débit.

Dépenses d'exploitation	4 536 944,75
Produit d'exploitation	4 024 275,78
Total	8 561 220,53

Crédit.

Recettes d'exploitation	8 561 220,53

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Débit.

	fr
Frais généraux d'administration	45 401,35
Abonnement au timbre des actions	34 200 »
Abonnement au timbre des obligations	34 991,56
Intérêts des obligations	1 716 537,50
Amortissement de 724 obligations	362 000 »
Amortissement sur mobilier et outillage	19 373,39
Amortissement sur matériel en location	25 895,04
Affectation au Compte de régularisation des frais de production de vapeur	350 000 »
Balance	1 903 309,03
Total	4 491 707,87

Crédit.

Produit d'exploitation	4 024 275,78
Solde du compte Intérêts et divers	39 764,75
Report de l'exercice 1914	427 667,34
Total	4 491 707,87

L'Assemblée générale a approuvé, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, ainsi que les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1915, tels qu'ils lui ont été présentés et détaillés. Elle a arrêté, en conséquence, à la somme de 1 903 309,03 fr le solde créditeur du compte de Profits et Pertes.

L'Assemblée générale, adoptant la répartition des bénéfices et les diverses attributions proposées par le Conseil d'administration, a approuvé le report à l'année 1916, avec la même affectation, de la provision spéciale de 450 000 fr qui avait été constituée pour 1915, a fixé à 20 fr par action le dividende de l'exercice 1916 et à 235 526,95 fr le report à nouveau.

Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

— Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 9 juin 1916, nous extrayons ce qui suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement :	
Concession : Terrains et canal de dérivation	26 096 060,02
Installation hydro-électrique, réseau de canalisation	22 032 411,19
Domaine privé : Terrains, transformateurs, colonnes montantes, etc	12 367 722,51
Compte spécial (article 41 des Statuts)	7 736 598,27
Matériel, mobilier et outillage	97 268,95
Moteurs, compteurs et magasin	795 323,15
Recettes en recouvrement. Abonnés	1 621 985,52
Débiteurs divers	1 171 267,50
Avances à l'Enregistrement	154 335,76
Portefeuille	559 318 »
Caisse et banquiers	2 797 387,63
	75 429 684,50

Passif.

	fr
Capital (actions)	30 000 000 »
Obligations 4 pour 100 : En circulation	23 821 950 »
Amorties	1 177 820 »
Intérêts courus sur obligations	253 425 »
Coupons restant à payer	261 779,79
Coupons sur actions à l'échéance du 1er janvier 1916	600 000 »
Fournisseurs, comptes ordinaires, retenue de garantie	714 138,32
Provision pour renouvellement de matériel et entretien	4 347 740,58
Amortissement sur compte de premier établissement :	
Compte spécial	7 000 000 »
Compte concession	450 000 »
Réserve légale	1 480 242,75
Coupons sur actions, dividende de 1915	1 260 000 »
Fond d'amortissement des actions	69 000 »
Solde reporté à nouveau	250 341,31
Prime sur émission 1911	1 250 000 »
Domaine privé	1 450 000 »
Provision pour risques éventuels	1 843 246,75
	75 429 684,50

Compte de Profits et Pertes.

Débit.

Frais généraux	386 050,76
Exploitation et entretien	722 750 »
Impôts, redevances et frais de contrôle payés à l'État	334 779,01
Intérêts et amortissements des obligations	1 194 490 »
Redressements et non-valeurs	72 008,50
Dépréciation d'inventaire	270 000 »
Bénéfices de l'exercice 1915	2 867 571,66
	5 847 649,96

Credit.

Produits de l'exploitation	5 749 421,40
Produits divers	98 228,56
	5 847 649,96

L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires des comptes, les a approuvés dans toutes leurs parties, ainsi que le bilan et les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1915, tels qu'ils lui ont été présentés par le Conseil, et a donné décharge pleine et entière aux administrateurs de leur gestion.

L'Assemblée générale a approuvé la répartition des bénéfices proposée par le Conseil.

Elle a fixé le dividende de l'exercice 1915 à 21 fr par action, qui seront payés, sous déduction des impôts, en deux fractions égales de 10,08 fr par titre nominatif, et 9,27 fr par titre au porteur (coupons 31 et 32), les 1er juillet prochain et 1er janvier 1917.

L'Assemblée générale décide que le reliquat du compte Profits et Pertes, s'élevant à 250 341,31 fr, sera reporté à nouveau.

INFORMATIONS DIVERSES.

Le développement de la construction du matériel électrique aux États-Unis — Le Bureau of the Census des États-Unis vient de publier les résultats du recensement industriel de 1914; leur comparaison avec ceux de 1909 montre que, en ce qui concerne la construction du matériel électrique, la production des usines américaines a augmenté de 30 pour 100 dans le cours de ces cinq années. C'est en effet ce qu'indique le tableau suivant où la valeur des produits fabriqués est indiquée en dollars :

Nature des produits.	Valeurs des produits en dollars. 1909.	1914.
Dynamos	430 795 100	580 835 925
Transformateurs	220 254 475	328 001 625
Moteurs	802 187 050	1 104 405 875
Batteries	265 311 750	585 061 375
Charbons (pour électrochimie, éclairage, balais, piles, etc.)	48 371 800	90 068 525
Lampes à arc	42 676 475	18 535 550
Projecteurs et appareils de projection	23 396 850	52 038 625
Lampes à incandescence	392 871 725	433 759 625
Douilles et supports de lampes	113 043 125	137 815 225
Appareillage d'éclairage	55 016 700	84 598 875
Appareils télégraphiques	48 935 800	56 209 375
Appareils téléphoniques	356 483 925	570 391 000
Appareils de chauffage	48 852 800	100 860 900
Instruments de mesure	195 000 250	219 662 650
Fils isolés et câbles	1 290 618 425	1 737 639 325
Autres produits	1 667 353 825	2 885 414 425
Totaux	6 020 936 975	8 985 316 900

Le nombre des établissements où sont manufacturés ces produits, qui était de 1151 en 1909, n'est plus que 1121 en 1914, par conséquent en diminution de 30. Toutefois si l'on élimine ceux qui ne fabriquent qu'accessoirement le matériel électrique, on trouve que le nombre des établissements qui se consacrent exclusivement à cette fabrication a augmenté de 21. La plus grande partie de ces 1121 établissements se trouvent dans l'État de New-York : il en renferme 234; l'Illinois, l'Ohio, la Pennsylvanie, le Massachusetts viennent ensuite avec respectivement 151, 129, 114 et 100 établissements.

L'aluminium, métal de guerre (*Journal du Four électrique et de l'électrolyse*, 15 septembre 1916, p. 45). — L'Allemagne ne produit pas d'aluminium; avant la guerre elle se fournissait en Suisse, en France et au Canada. En Suisse se trouve l'Aluminium Industrie Aktiengesellschaft, plus connue sous le nom de Société de Neuhausen, qui est allemande en fait. Sa principale usine est à Chippis, dans le Valais, où est utilisée une puissance d'environ 900 000 ch; elle possède en outre des usines à Neuhausen, à Rheinfelden dans le Grand-Duché de Bade, et à Lend-Gastein, en Autriche; elle a exporté de Suisse en Allemagne de 12 000 à 14 000 tonnes d'aluminium en 1915. Pour se procurer l'aluminium elle avait installé une usine pour le traitement des bauxites à Saint-Louis-les-Aygalades, près de Marseille. Cette usine ayant été séquestrée en 1915, elle a créé de nouvelles usines pour traiter les bauxites inférieures et très impures de Silésie, de Hongrie, de Dalmatie. — L'Allemagne est encore approvisionnée par une autre maison suisse-allemande, la Société Giulini qui possède des usines d'alumine à Ludwigshafen et une usine d'aluminium à Martigny, en Suisse.

Tome XXVI. N° 310. — 17 novembre 1916.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'**usure ondulatoire des rails** a sur les dépenses d'exploitation des compagnies de traction électrique une répercussion importante, non seulement par l'augmentation des frais d'entretien de la voie qu'elle occasionne, mais encore par celle des dépenses de renouvellement du matériel dont elle active la détérioration.

Bien que cette usure ait été constatée dès l'origine de l'établissement des réseaux de tramways électriques, il n'y a cependant guère plus d'une dizaine d'années qu'elle est l'objet d'une étude systématique de la part des ingénieurs de traction.

Cette étude a donné déjà lieu à la publication de nombreux travaux. Nos lecteurs trouveront, dans l'article que nous publions plus loin (p. 293-310) sur la question de l'usure ondulatoire, d'abord un court résumé des travaux antérieurs à 1913, puis une relation complète des expériences, scientifiquement conduites, que le savant directeur de la Compagnie des tramways de Bordeaux, M. Résal, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a effectué sur le matériel de cette compagnie au cours de l'année 1913.

Ainsi qu'on le verra, les conclusions tirées des résultats de ces expériences se sont trouvées vérifiées par les renseignements fournis par une vaste enquête faite auprès des compagnies de traction des pays d'Europe sous les auspices de l'Union internationale des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local.

D'après ces conclusions le germe de l'usure ondulatoire se trouve contenu dans le rail lui-même et consiste dans un défaut d'homogénéité du rail provenant d'un broutement du métal lors du laminage, broutement qui produit des variations alternatives dans la dureté de la couche superficielle. Sous l'influence du frottement des roues la surface du rail ne tarde pas à se recouvrir de faibles ondulations dues à l'arrachement ou à l'abrasion dans les régions les plus dures. Plus tard, lorsque le relief de ces ondulations atteint une grandeur suffisante, au frottement vibratoire des roues vient s'ajouter le martelage dû au choc des roues auxquelles les ondulations ont fait prendre un mouvement périodique vertical. Ce choc, en durcissant la surface du métal au point où il se produit, peut ou bien augmenter la profondeur des ondulations, ce qui est le cas le plus général, ou au contraire faire disparaître celles-ci, comme on l'a parfois constaté : le résultat dépend de la dureté relative du rail et du bandage ainsi que de la période de vibration du matériel roulant. Aux effets du choc peuvent d'ailleurs s'ajouter encore ceux du frottement rythmé résultant du mouvement de lacet de la voiture déclenché soit par une dénivellation trop forte du rail, soit par une courbe de la voie. J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

VINGT-DEUXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Avis.

L'Association nationale d'Expansion économique nous avise, par sa circulaire n° 12 *bis* du 15 septembre, qu'elle propose un projet de voyage commercial en Italie.

Parmi les industries offrant un débouché intéressant pour le moment, l'Association signale : *Le matériel électrique, lampes, commutateurs.*

Ceux de nos adhérents que la question intéresse trouveront des indications complémentaires au siège de l'Association, 8, place de la Bourse, auprès de M. Servant, chargé de l'organisation de ce voyage.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

VINGT-DEUXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE HYDRAULIQUE.

Amplitude des harmoniques impairs dans les coups de béliers.

Continuant les recherches dont il a été question dans les notes précédentes (¹), M. Ch. CAMICHEL a pu vérifier expérimentalement les conséquences de la théorie en ce qui concerne le régime de résonance dans une conduite d'eau (²). Voici les divers points de ces nouvelles recherches :

1° Considérons une conduite de longueur l, pleine d'eau. Soit a la vitesse de propagation des perturbations; le temps que mettra une perturbation produite à l'extrémité aval de la conduite pour revenir à cette extrémité après s'être réfléchie à son extrémité amont sera $\frac{2l}{a}$. Supposons que pendant un intervalle de temps de cette valeur on ouvre l'extrémité aval de la conduite, puis qu'on la ferme pendant le même temps, qu'on l'ouvre pendant un troisième intervalle et ainsi de suite. On obtiendra dans la conduite un régime de résonance et M. de Sparre a démontré que, dans ces conditions, le coup de bélier devient toujours au moins égal à la hauteur de chute.

M. Camichel établit ce résultat d'une manière plus complète de la manière suivante :

Soit y_k la pression pendant là $k^{\text{ième}}$ période. Le régime permanent de résonance étant supposé établi, on aura

$$y_{2n+1} = \text{const.} = \alpha, \qquad y_{2n} = \text{const.} = \beta.$$

En écrivant que le distributeur est fermé aux époques impaires et complètement ouvert aux époques paires, il vient

$$y_0 + F_{2n+1} - F_{2n} = y_0 + F_{2n-1} - F_{2n-2} = \alpha,$$

$$v_0 - \frac{g}{a}(F_{2n+1} + F_{2n}) = v_0 - \frac{g}{a}(F_{2n-1} + F_{2n-2}) = 0,$$

$$v_0 - \frac{g}{a}(F_{2n} + F_{2n+1}) = v_0\sqrt{1 + \frac{F_{2n} - F_{2n+1}}{y_0}},$$

d'où

$$F_{2n} = \frac{av_0}{2g} - \frac{y_0}{2}, \qquad F_{2n+1} = \frac{av_0}{2g} + \frac{y_0}{2}$$

et

$$y_{2n+1} = 2y_0, \qquad y_{2n} = 0.$$

Donc, pourvu que l'on ait

$$y_0 > \frac{av_0}{g},$$

la résonance du fondamental a pour effet de faire varier la charge à l'extrémité aval de la conduite de 0 à $2y_0$.

La même propriété s'applique aux harmoniques impairs.

L'expérience a été faite au moyen du robinet tournant sur une conduite de fer de 186,80 m de longueur, 80 mm de diamètre et 5 mm d'épaisseur; elle a pleinement vérifié les conclusions précédentes.

2° Au moment de la résonance d'un harmonique impair, le débit passe par un minimum.

3° La répartition des pressions au moment de la résonance est facile à prévoir. Par exemple, quand l'harmonique 3 résonne, la surpression est égale à y_0 au premier tiers amont et à 0 au deuxième tiers aval. On peut expliquer ainsi certaines ruptures de conduites.

4° On produit dans une conduite des battements quand l'ouverture rythmique du distributeur est voisine de celle d'un harmonique impair.

5° On obtient dans une conduite des ondes entretenues en munissant celle-ci d'un clapet analogue à celui qui est employé dans les béliers hydrauliques ordinaires, avec cette différence essentielle que ce clapet fonctionne sur la conduite entièrement purgée d'air. Ce clapet permet de vérifier avec la plus grande facilité que la propriété du doublement de la pression est exacte quelle que soit l'ouverture du distributeur, pourvu que la condition

$$y_0 > \frac{av_0}{g}$$

soit réalisée.

La période du clapet est $\frac{4l}{a}$; dès qu'il y a de l'air dans la conduite, la période du clapet augmente. Le clapet est employé pour vérifier que la conduite est complètement purgée.

6° Le clapet automatique peut commander un moteur constitué par un simple piston plein actionnant une manivelle.

Ce moteur tourne exactement en synchronisme avec le clapet; sa vitesse est indépendante de la charge; quand celle-ci est trop grande, le moteur se décroche.

L'auteur n'a pas pu faire des mesures de rendement sur le moteur qu'il a réalisé d'après ce principe; mais la propriété du minimum de débit qui est indiquée plus haut au paragraphe 2° permet d'espérer que ce rendement sera satisfaisant.

(¹) *La Revue électriqxe*, 20 octobre 1916, p. 229.
(²) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 28 août 1916, p. 224-226.

FORCE MOTRICE — **Améliorations diverses du rendement des turbines dans les usines à chute faible et variable**; A. GOUPIL. (*Génie civil*, 27 mai 1916, p. 349-352). — L'auteur examine les moyens préconisés pour augmenter le rendement des turbines en profitant des augmentations temporaires de débit; ce sont : le renforceur de chute, la double transmission par engrenage conique et l'amé-



nagement partiel ou total des turbines pour les hautes eaux. — Le renforceur de chute, imaginé par l'hydraulicien Herschell, l'inventeur du compteur Venturi, permet de diminuer la pression de l'eau dans la chambre de décharge de la turbine, ce qui revient à augmenter la pression effective, en y faisant un vide partiel au moyen d'une véritable trombe utilisant de l'eau sous pression puisée dans la chambre de prise d'eau. Des essais de cet appareil ont été faits, d'une part par l'inventeur à Holyoke (Massachusetts), d'autre part, par M. Duebi au laboratoire de l'Ecole supérieure de Zurich. Il semble résulter de ces essais que le renforceur de chute n'a qu'un rendement médiocre, qu'il consomme une masse d'eau considérable et ne peut fonctionner utilement avec de petites crues. Le récupérateur Conrad Biel et Arthur Binsch (1908), basé sur un principe analogue, présente les mêmes inconvénients — La double transmission par engrenage conique permet d'approprier la vitesse angulaire de la turbine à la réduction de chute tout en maintenant à la même valeur la vitesse angulaire de l'appareil qu'elle entraîne; mais l'augmentation de rendement obtenue est faible et non en rapport avec les inconvénients résultant souvent d'une transmission. — L'aménagement des turbines pour les hautes eaux est, suivant l'auteur, la solution idéale, mais très coûteuse. Aujourd'hui on a recours à des turbines doubles dont chaque partie fonctionne suivant le débit dont on dispose. Les turbines verticales à étages constituent une première étape dans cette voie, les turbines à couronnes multiples en constituent une seconde. L'auteur en décrit quelques types de ces diverses turbines spéciales.

La protection des soutes aux hydrocarbures contre l'incendie (*La Nature*, 13 mai 1916, p. 319-320). — Cette question intéresse les électriciens aujourd'hui que les moteurs à combustible liquide ont pris place dans les usines génératrices. L'article qui nous occupe donne la description des installations faites au Bon Marché, lesquelles ont résisté au violent incendie qui a dévoré une partie de ces magasins.

GÉNÉRATRICES D'ÉLECTRICITÉ. — **Sur le coefficient de dispersion**; G. SARTORI (*Elettrotecnica*, 15 juillet 1916, p. 440-442). — L'auteur prend occasion d'une demande qu'un jeune ingénieur lui a adressée à propos du coefficient de dispersion pour montrer combien, d'après la littérature scientifique, les techniciens sont peu d'accord sur la valeur qu'on doit lui assigner. Hopkinson donne à ce coefficient une définition telle que sa valeur est > 1: tandis que dans la théorie de l'excitation le coefficient de dispersion est de l'ordre de 0,03 ou 0,1 selon qu'il s'agit de transformateurs ou de moteurs à induction. — L'auteur est d'avis que le Comité international pour les grandeurs électriques devrait s'occuper de la question pour éliminer une fâcheuse ambiguïté.

Sur le calcul des ampères-tours à vide dans les machines à pôles saillants; CAMPANAKIS (*La Lumière électrique*, 3 juin 1916, p. 217-221). — Après avoir signalé en passant l'existence d'un entrefer supplémentaire entre la masse polaire et la carcasse, et qui peut avoir une assez grande influence, l'auteur rappelle la méthode généralement employée pour avoir les ampères-tours dans les dents, et celle donnant le coefficient d'augmentation d'entrefer; il préconise, d'une part, la mesure graphique directe de la perméance d'entrefer donnant directement les ampères-tours correspondants, et, d'autre part, contrairement à la méthode généralement employée, il partage l'induit en tranches par des plans méridiens dans lesquels le calcul des ampères-tours est plus approché, étant donnée la variation de l'induction dans l'induit. — Ces deux derniers calculs sont facilités au moyen de courbes tracées une fois pour toutes pour les machines de série.

USINES D'ÉLECTRICITÉ. — **Nouvelles installations de la Société d'Électricité de Caen**; EUG. BASCH (*Lum. élect.*, 27 mai 1916, p. 193-200). — La Société d'Électricité de Caen dessert depuis longtemps Caen et sa banlieue et assure, par l'intermédiaire de la Société d'Électricité du Littoral normand, la fourniture d'énergie électrique aux localités balnéaires de la côte normande de Cabourg à Trouville. L'extension de son exploitation l'amena à remplacer l'usine génératrice qu'elle possédait au centre de Caen par une nouvelle usine édifiée au bord du canal de Caen à la mer. Cette usine, commencée en septembre 1912, fut mise en marche en octobre 1913; ses installations ont été réalisées, dans ce court délai, par le concours de la Société d'Applications industrielles et de la Société générale d'Entreprises. — L'article, illustré d'une carte et de trois vues photographiques, donne la description de ces installations. Elles sont prévues dès maintenant pour une puissance de 9000 kw que les agrandissements ultérieurs permettront de tripler. La chaufferie comprend huit générateurs Delaunay-Belleville. dont six actuellement montés; ceux-ci sont munis de foyers automatiques à poussoir dont quatre du système Underfeed Stoker et deux du système Erith, les cheminées sont munies du tirage mécanique Prat. La salle des machines contient trois groupes turbo-alternateurs : deux de 2000 kw avec turbines Brown-Boveri et un de 800 kw avec turbine Sulzer: il reste un emplacement disponible pour un groupe de 4000 kw. Elle contient encore un groupe convertisseur Alioth formé d'un moteur synchrone à 2800 volts, 500 t : min et d'une dynamo à courant continu de 500 kw, 210 volts, ainsi qu'une commutatrice Brown-Boveri hexaphasée, 750 t : min, 500 kw, alimentée à la tension alternative de 210 volts entre bagues par l'intermédiaire d'un transformateur. — Depuis sa mise en marche, l'usine a fonctionné à l'entière satisfaction de la Société d'Électricité de Caen; son exploitation a prouvé que le prix de revient de l'énergie électrique peut être notablement diminué par l'installation de puissantes turbines à vapeur, de chaudières modernes et par la manutention mécanique des charbons.

Installations hydrauliques de Fully; A. BOUCHER (Communication faite à la séance du 17 mars de la Société vaudoise des Ingénieurs et Architectes, *Bull. techn. de la Suisse romande*, 10 avril 1916, p. 68-70). — Dans *La Revue électrique* du 3 mars on a déjà dit, page 134 à propos de la description des turbines Piccard-Pictet, qui sont installées dans l'usine de Fully, que la chute qui alimente cette usine est d'environ 1640 m et que les installations hydrauliques de cette usine ont été exécutées sous la direction de M. A. Boucher, lequel s'est fait une spécialité des installations de hautes chutes. La communication qui nous occupe donne la description de ces installations: elle indique comment a été effectuée la prise d'eau dans le lac, la construction et la pose de la conduite, la manière dont on a réalisé les changements de direction, etc.

Prix de revient des installations industrielles (*Industrie électrique*, 10 août 1916, p. 289-291). — Sous ce titre notre confrère donne, d'après un article de N. Nesbit Teaque publié dans *Electrical World*, les dépenses d'établissement, aux Etats-Unis, des installations de captation et de transformation de l'énergie électrique pour l'alimentation d'industries diverses. — Pour une huilerie de graine de lin distante de 8 à 10 m de la ligne de distribution à 13 000 volts et dont les moteurs ont une puissance globale d'un millier de chevaux, les dépenses d'installation de la sous-station ont été de 17 125 fr, soit 19 fr par kilovolt-ampère. Pour une usine d'engrais chimiques distante de 1600 m. de la ligne, utilisant 200 kv : A, les dépenses ont été de 10 270 fr soit 50 fr par kilovolt-ampère. Six autres exemples sont indiqués dans l'article; la dépense par kilovolt-ampère est, pour chacun d'eux, comprise entre les précédentes, c'est-à-dire entre 20 fr et 50 fr.

TRACTION ET LOCOMOTION.

USURE DES VOIES.

L'usure ondulatoire des rails.

Depuis la substitution de la traction mécanique à la traction animale sur les voies de tramways, une usure particulière des rails inconnue jusque-là s'est manifestée sur la presque totalité des réseaux : c'est l'usure ondulatoire. Comme ce nom l'indique, la table de roulement du rail devient ondulée et le matériel roulant prend, sur les portions de la voie ainsi usée, des mouvements périodiques qui ne tardent pas à le détériorer. Il s'ensuit donc une augmentation des frais d'entretien tant du matériel roulant que de la voie elle-même, et cette augmentation est tellement importante que depuis une dizaine d'années il n'est guère de congrès ou réunions de sociétés de traction où la question de l'usure ondulatoire des rails ne soit à l'ordre du jour.

Les travaux, aussi bien théoriques que pratiques, suscités par cette question, ont, de ce fait, été fort nombreux. Toutefois malgré cette abondance de documents c'est à peine si la question commence à s'éclaircir. Un point cependant a été acquis à la suite de ces travaux et particulièrement des enquêtes faites de 1906 à 1912 par l'Union internationale de Tramways et Chemins de fer d'intérêt local, dont le siège est à Bruxelles : c'est le rail lui-même qui contient le germe de l'usure ondulatoire et ce germe est l'hétérogénéité du métal provenant d'une sorte de broutement que subit le rail au cours de son laminage.

Mais comment ce germe se développe-t-il ? Quels sont les facteurs qui influent sur son développement et transforment, en un laps de temps plus ou moins long, la surface plane de roulement en une surface ondulée des rails ? Telles sont les questions qu'il convenait ensuite d'aborder et de résoudre. Nous allons examiner quelques-uns des travaux qui ont été faits en vue de leur solution.

I. Expériences et observations antérieures a 1913. — Il était naturel d'attribuer, au moins en partie, le développement de l'usure ondulatoire aux conditions d'établissement et de fonctionnement du matériel roulant lui-même. Ce matériel constitue en effet un système élastique qui, dans certaines conditions de roulement, prend des mouvements périodiques de lacet ou de tangage pouvant peut-être expliquer la formation des ondes qui se développent à la surface des rails. L'étude du matériel employé sur les lignes de tramways présentant l'usure ondulatoire ainsi que des mouvements oscillatoires qu'il est susceptible de prendre s'imposait donc en première ligne.

1. Ce n'est guère cependant qu'en 1907 que les ingénieurs commencent à entrevoir une relation de cause à effet entre ces mouvements, dont l'étude était pourtant si avancée pour le matériel des chemins de fer, et l'usure ondulatoire des rails. Dans un rapport remarquable présenté au cours de cette année 1907 au London County Council Tramways par M. Fell, cet ingénieur mentionne en effet parmi les treize causes contribuant, d'après ses observations, à l'usure ondulatoire des rails, les six suivantes qui se rapportent au matériel roulant : 8° voitures défectueuses; 9° glissement des roues aux courbes; 10° roues de diamètres différents; 11° présence de méplats sur les roues; 12° accélération ou ralentissement rapide faisant patiner les roues; 13° mécanisme des freins défectueux ou trop rapide application du freinage, causant une série de vibrations ou de chocs. La publication de ce rapport fut d'ailleurs suivie de l'apparition, dans les journaux électrotechniques anglais, de divers articles dont quelques-uns, notamment ceux de MM. Briggs [1], Evans [2], Panton [3], tout en critiquant certaines des conclusions de M. Fell, insistent sur l'influence du matériel roulant dans le développement de l'usure ondulatoire. Toutefois, faute d'expériences et d'observations scientifiquement conduites, les conclusions de M. Fell et de ses commentateurs résultaient plutôt d'impressions que de faits nettement établis.

2. Un travail de M. Perroud, ingénieur de la voie à la Compagnie du Chemin de fer du Nord, fournit des conclusions mieux établies [4]. Cet ingénieur avait remarqué qu'un bruit caractéristique, analogue à celui que l'on perçoit aux passages des ponts métalliques ou devant les obstacles continus situés le long de la voie, se produisait sur le réseau du Nord, ainsi d'ailleurs que sur d'autres réseaux, en des points où la voie est en remblai et complètement dégagée. Ayant examiné la voie en ces points, il y reconnut l'existence de petites taches polies et très brillantes, espacées de 20 mm à 40 mm, placées aux sommets d'aspérités de 0,1 mm à 0,2 mm de hauteur donnant au rail un profil nettement ondulé; il constata de plus que ces taches brillantes s'étendaient sur les faces de ces aspérités tournées du côté de l'arrivée des trains; enfin il établit que les vitesses des trains aux points où s'étaient produits ces phénomènes sont d'au moins 80 et peuvent atteindre 120 km : h, le bruit significatif prenant naissance pour des vitesses de 70 à 80 km : h et devenant très accentué quand la vitesse dépasse 100 km : h.

Ces observations minutieuses permirent à M. Perroud de donner l'explication suivante des phénomènes. Considérons une roue qui quitte le sommet S (*fig.* 1); elle tombe en décrivant sensiblement une parabole sous l'influence de sa vitesse horizontale v et des forces verti-

---

[1] *The Electrician*, 25 octobre 1907.

[2] *The Electrical Review*, 1er novembre 1907.

[3] *The Electrician*, 8 novembre 1907.

[4] *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, août 1907.

cales dues à la pesanteur et à la détente des ressorts. Au même moment, le rail qui s'était affaissé se relève et il en résulte un choc entre la roue et la partie MS' du rail. Cette partie se trouve ainsi martelée et devient

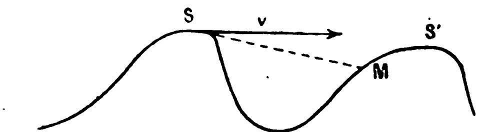


Fig. 1. — Explication de l'usure ondulatoire par martelage.

peu à peu polie; elle devient aussi plus dure que le reste du champignon, comme on l'a vérifié par des essais. Par suite de son poli et de sa plus grande dureté, cette région résistera mieux aux deux principales causes d'usure des rails : l'oxydation et le frottement. Ainsi donc les ondulations insensibles préexistant à la surface de roulement des rails à leur sortie des laminoirs se trouveraient amplifiées peu à peu jusqu'à devenir nettement apparentes.

3. Les observations de M. Perroud avaient d'ailleurs un autre intérêt : elles montraient que l'usure ondulatoire n'est pas limitée aux voies de tramways, qu'elle se manifeste aussi sur les voies de grandes lignes lorsque les vitesses des trains deviennent voisines de 100 km : h.

L'écart entre ces vitesses et les vitesses de 16 à 20 km : h à partir desquelles une usure du même genre se produit sur les voies de tramways ne peut être attribué qu'à une différence essentielle entre le matériel roulant des chemins de fer et celui des tramways. En recherchant cette différence essentielle on devait donc trouver la cause principale du développement de cette usure. C'est ce qu'a fait M. A. Manaut [1], qui arrive à cette conclusion que cette cause principale est la présence, sur les voitures de tramways, d'un moteur électrique, lourd, généralement mal suspendu et ayant avec l'essieu une liaison rigide. Cette conclusion se trouve d'ailleurs confirmée par la comparaison des observations faites sur la ligne électrique Invalides-Versailles où les moteurs sont entièrement suspendus et sur les lignes du Métropolitain où les moteurs sont du type ordinaire à engrenages : sur la première ligne on n'a constaté, après huit ans d'exploitation, que deux légères traces d'usure ondulatoire dans le voisinage de deux points d'arrêt; sur les secondes, au contraire, bien que la vitesse des convois n'y dépasse pas 30 km : h, soit presque le tiers de celle atteinte sur Invalides-Versailles, l'usure ondulatoire est très accusée particulièrement sur les parties qui précèdent immédiatement les points d'arrêt.

4. Une autre contribution intéressante à la question qui nous occupe a été faite, en 1908 également, par M. Bacqueyrisse qui, après une description minutieuse des faits qu'il a observés, développe des considérations établissant entre ces faits un lien parfaitement logique. Dans ces conclusions il attribue l'usure ondulatoire au glissement des roues résultant de la conicité de leurs bandages.

[1] *La Lumière électrique*, 2e série, t. I, 14 mars 1908, p. 334-339.

5. Toujours en 1908 M. Sieber a publié une savante étude où il fait une analyse minutieuse d'abord du glissement (qu'on peut appeler géométrique ou cinématique), puis du choc des roues sur les rails, qui le conduit à expliquer l'usure ondulatoire par le martelage. A la fin de son mémoire [1], il examine les mouvements vibratoires d'une roue, soit autour de l'essieu, soit autour d'un axe vertical et montre que ces mouvements sont de nature à augmenter les effets de choc et par suite le martelage.

6. Dans un mémoire publié en 1911, M. G.-E. Pellisier [2] fait intervenir un nouveau facteur. Il attribue la formation des ondulations à l'irrégularité de la pression de la roue sur le rail et à l'écrasement du rail lorsque la pression maximum dépasse la limite d'élasticité.

C'est également l'explication donnée par M. Worthy-Beaumont [3] qui s'exprime ainsi : quand le métal de la roue est plus dur que celui du rail, ce qui est le cas général, la roue pénètre dans le rail à la faveur de la déformation élastique de celui-ci, jusqu'à ce que la surface de contact soit telle que la pression sur le rail corresponde à sa limite d'élasticité; quand le véhicule avance, la déformation de la surface du rail progresse comme une sorte de vague et il peut arriver que la pression à l'avant de la roue dépasse la limite d'élasticité et donne une déformation permanente qui s'accentue pendant la durée de service du rail.

7. En 1911 la Municipal Tramways Association ouvrit, sur la question de l'usure ondulatoire, une enquête minutieuse dirigée par un Comité spécial qui était assisté de M. C.-A. King, ingénieur-conseil. Le rapport de ce Comité fut présenté à la 11e conférence annuelle de l'Association qui eut lieu à West-Ham en septembre 1912. Très développé, cet important rapport eut certainement été plus connu des intéressés si le « copyright » dont l'Association avait cru devoir le protéger n'avait empêché la presse technique anglaise de le reproduire [4]. En voici un bref résumé, d'après M. E. Résal [5].

L'enquête a montré que toutes les natures du sous-sol, tous les types de voie et de matériel roulant sont susceptibles de donner lieu à de l'usure ondulatoire; les longueurs des ondulations varient de 50 mm à 76 mm dans 85 pour 100 des réseaux (les ondes plus longues paraissent être des multiples des premières) et il n'y a aucun rapport entre la longueur des ondes et la vitesse des voitures; une constatation intéressante (tramways de Birmingham-Handsworth) a démontré que la vitesse critique à laquelle l'usure ondulatoire commence à naître est comprise entre 11 et 15 km : h.

[1] *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen* 1908; voir aussi *Electric Railway Journal*, t. XXXVII, 1911, p. 372.

[2] *Electric Railway Journal*, 1911; *The Electrician*, t. LXVIII, 1911, p. 211.

[3] *Engineering*, t. XCII, 8 septembre 1911, p. 209; *La Revue électrique*, t. XVII, 12 janvier 1912, p. 33.

[4] *The Electrician*, t. LXIX, 27 septembre 1912, p. 1035.

[5] *L'Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, novembre-décembre 1914, p. 383.

Le rapport relate également les résultats d'expériences faites à la demande de l'Association sur : 1° le balancement et le lacet des voitures : ces mouvements ont été constatés et enregistrés; 2° le glissement des roues : à Leeds, on est parvenu à faire tracer par les roues, avec de la peinture, des ondulations, ou plutôt des taches ayant l'aspect d'ondulations, sur une voie dont les rails n'étaient pas ondulés; les taches se sont montrées par régions; leur période était de 76 mm pour une vitesse de 19 km : h; 3° le parcours effectif des roues : on a constaté une différence notable entre le parcours effectif et le parcours géométrique résultant de la circonférence et du nombre de tours, et le Comité émet l'avis que le glissement continuel des roues peut provoquer des vibrations intenses de la voie et du matériel roulant; 4° la différence des diamètres des roues (Glasgow) : elle donne lieu rapidement à des ondulations; elle a permis de constater que les roues coniques favorisent l'usure ondulatoire; 5° le régime d'une voie neuve (Glasgow) : les trucks avaient été vérifiés soigneusement et ils étaient, ainsi que les bandages, entretenus avec des soins attentifs, et cependant les ondulations ont apparu au bout de trois mois et se sont développées normalement; 6° les effets d'une voiture à marche lente : un des essieux était freiné et l'on a constaté des traces semblables à l'usure ondulatoire; 7° enfin sur le métal des rails ondulés : on a constaté que la crête des ondulations est plus dure que le creux, et qu'il y a laminage à froid.

8. Il nous faut encore signaler une enquête faite par l'Union des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local de France dont les résultats sont consignés dans un rapport de M. Flin [1], ingénieur à la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien, à l'assemblée générale technique de cette Union tenue à Paris le 7 juin 1913. Nous n'en reproduirons d'ailleurs que les conclusions :

1° L'usure ondulatoire n'affecte guère que les rails à ornière; ces rails sont lourds et pèsent en général de 40 kg à 52 kg par mètre;

2° Les rails Vignole, Marsillon et de rainure pour caniveau latéral, c'est-à-dire les rails légers, élastiques d'un laminage facile et dont le métal présente par suite plus d'homogénéité que les rails à ornière, sont généralement indemnes;

3° La nature du revêtement élastique ou rigide semble avoir peu d'influence sur le phénomène, exception faite toutefois pour la voie posée sur traverses ou sur sable, qui ne présente pas d'ondulations;

4° L'usure se manifeste généralement sur des voies parcourues par des voitures munies de bandages plus durs que le rail;

5° L'usure se manifeste sur des voies parcourues par le matériel roulant le plus divers : voitures à deux essieux, voitures à bogies, d'empattement et de charges par essieu très variables;

6° L'usure ondulatoire apparaît quelquefois dès la mise en service des rails, mais elle se manifeste le plus souvent après plusieurs années, lorsque l'usure de la table de roulement est importante;

7° La longueur des ondulations atteint 150 mm à 200 mm avec une moyenne de 50 mm; la profondeur, qui dépasse rarement 1 mm, peut atteindre cependant 3 mm;

8° Les profils des ondulations se modifient constamment sans toutefois s'atténuer;

9° Les courbes de petit rayon sont indemnes; celles à grand rayon ne présentent de traces d'usure que sur le rail extérieur; au delà de 200 m à 300 m de rayon, l'usure se retrouve sur chaque file de rails, moins forte cependant en courbe qu'en alignement droit;

10° L'usure existe aussi bien en alignement droit qu'en courbe, sur les pentes, les rampes, aux points d'arrêts en voie courante, quelle que soit l'assise de la voie, quel que soit le revêtement; cependant un sous-sol instable ou un revêtement trop rigide paraissent favoriser la production des ondulations; ces dernières sont en outre favorisées par le dévers de la voie en ligne droite et les variations d'écartement des voies;

11° L'opinion qui paraît prévaloir sur les causes du phénomène est la suivante : vibration du matériel roulant et du rail déterminée : (*a*) par défaut de fabrication du rail, duquel résulte un défaut d'homogénéité physique du métal et une irrégularité géométrique du profil; (*b*) par insuffisance du module d'élasticité de l'acier, les compagnies demandant du métal d'une résistance à la traction de plus en plus élevée sans se préoccuper de l'augmentation de la limite élastique; (*c*) par le freinage; (*d*) par les démarrages; cependant d'autres causes, notamment le glissement, ont une importance réelle.

12° Les intéressés ne paraissent pas être d'accord sur l'efficacité des moyens employés pour combattre l'usure ondulatoire, cette dernière réapparaissant toujours au bout d'un certain temps après rabotage ou meulage des rails;

13° Enfin, l'usure ondulatoire ne s'atténue pas ou ne disparaît jamais après atteinte d'un maximum sur les rails où elle s'est manifestée.

9. On voit par les divers travaux que nous venons d'indiquer que, si l'influence du matériel roulant sur le développement des ondulations était, en 1913, complètement mise en évidence par de nombreuses observations, on ne savait toutefois comment s'exerçait cette influence Les observations de M. Perroud (§ 2) et les remarques de M. Manaut (§ 3) mettaient bien en évidence l'action du martelage des roues, mais n'établissaient aucune corrélation entre la fréquence des chocs de martelage et la longueur des ondulations. De leur côté les conclusions de M. Bacqueyrisse (§ 4) sont incomplètes, car s'il attribue l'usure ondulatoire des rails au glissement des roues, ce qui, comme nous allons le voir, semble bien être la cause principale, il impute ce glissement à la seule conicité des roues, ce qui laisse sans explication le fait que l'usure ondulatoire n'existe pas là où la vitesse des voitures n'atteint pas un minimum de 12 à 15 km : h. Quant à M. Sieber (§ 5) il insiste, comme MM. Perroud et Manaut, surtout sur le martelage, et l'explication donnée par MM. Pellisier et Worthy-Beaumont (§ 6),

[1] *L'Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, t. VI, 1913, p. 513-522.

si ingénieuse qu'elle soit, ne rend pas compte de la plupart des faits observés. Les expériences de la Municipal Tramways Association (§ 7) sont plus instructives, mais parmi les causes d'usure ondulatoire qu'elles mettent en relief, glissement des roues, vibrations de la voie et du matériel roulant, conicité des bandages, différence de diamètre des roues, elles ne font pas ressortir celle qui est prépondérante. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que dans ses conclusions M. Flin (§ 8) après avoir énuméré les causes probables de l'usure ondulatoire, déclare que « les intéressés ne paraissent pas être d'accord sur l'efficacité des moyens employés pour combattre cette usure ».

Des expériences entreprises en 1913 sur le réseau de Bordeaux par M. E. Résal, directeur de la Compagnie française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux ont au contraire permis à cet ingénieur de reconnaître la cause principale du développement de l'usure ondulatoire, et une enquête faite en 1913-1914, sous les auspices de l'Union internationale des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local, a montré que toutes les observations faites par 70 exploitations de traction sont parfaitement d'accord avec les conséquences de ces expériences. Il semble donc qu'on soit arrivé aujourd'hui à une solution à peu près complète de la question. Pour cette raison nous examinerons avec quelques détails les résultats de ces expériences et de cette enquête; nous indiquerons ensuite les conclusions qu'en tire M. Résal en ce qui concerne la fabrication des rails et l'établissement des voies ainsi que la construction des voitures [1].

II. Expériences et observations de M. Résal. — 1. *Caractéristiques du matériel.* — Les caractéristiques du matériel des tramways de Bordeaux sur lequel ont été faites les observations et expériences sont :

Automotrices : longueur entre tampons, 9,81 m ou 8,90 m; empattement, 2,13 m; diamètre des essieux, 101 mm; diamètre des roues, 840 mm ou 900 mm; jeu de la plaque de garde de chaque côté de la boîte à graisse, 4 mm; charge normale par essieu, 5500 kg; variation de hauteur par 1000 kg d'un ressort sur boîte à graisse, 5 mm.

Voie : Poids linéaire du rail, 48 kg : m; hauteur du rail, 170 mm; largeur du patin, 130 mm; largeur de la voie, 1,44 m; longrine en béton de 30 cm de large et 20 cm de haut; sous-sol très argileux et imperméable; revêtement de chaussée en pavés de pierre et en macadam.

2. *Rappel de quelques formules mécaniques.* — Avant d'indiquer les mesures faites en vue de déterminer les constantes mécaniques de ce matériel rappelons quelques-unes des propriétés du mouvement périodique d'un corps.

Considérons tout d'abord un corps de masse M assujetti à glisser avec frottement sur un plan horizontal. Donnons-lui un déplacement x par rapport à sa position d'équilibre vers laquelle il est rappelé par une force élastique kx, proportionnelle au déplacement; soit d'autre part f la force de frottement supposée constante. Si, sous l'action de la force élastique, le corps est ramené vers sa position d'équilibre, l'équation du mouvement est

$$M\frac{d^2x}{dt^2} = -kx + f,$$

d'où l'on déduit, en appelant x_0 l'abscisse pour $t = 0$ et $\frac{dx}{dt} = 0$, c'est-à-dire au moment où commence le déplacement du corps vers sa position d'équilibre

$$x = \frac{f}{k} + \left(x_0 - \frac{f}{k}\right)\cos\sqrt{\frac{k}{M}}\,t.$$

Le corps est donc animé d'un mouvement périodique de translation dont la période est

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}.$$

Si le corps dépasse sa position d'équilibre et que son abscisse soit $-x'_0$ au bout d'une demi-période après l'instant de son passage par cette position, le travail total de la force élastique est $k\frac{x_0^2 - x_0'^2}{2}$ et celui de la force de frottement $-f(x_0 + x'_0)$. Comme la force vive est nulle pour $x = x_0$ et $x = -x'_0$, la somme de ces deux travaux doit être nulle, c'est-à-dire

$$k\frac{x_0^2 - x_0'^2}{2} = f(x_0 + x'_0),$$

d'où l'on déduit

$$x_0 - x'_0 = \frac{2f}{k};$$

l'amplitude de chaque demi-oscillation diminue donc d'autant plus que f est plus grand; en d'autres termes le mouvement périodique s'amortit d'autant plus vite que le frottement est plus grand.

En second lieu considérons un corps assujetti à tourner autour d'un axe, soumis à une force élastique dont le moment par rapport à l'axe est $-kl^2\theta$ et à une force de frottement de moment fl, l étant la distance du point d'application de la force de frottement à l'axe et θ le déplacement angulaire de ce point. En appelant I le moment d'inertie du corps par rapport à l'axe de rotation on a, pour l'équation du mouvement,

$$I\frac{d^2\theta}{dt^2} = -kl^2\theta + fl,$$

qui montre que le corps prend un mouvement oscillatoire de période

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{kl^2}}.$$

[1] Les résultats de l'enquête de l'Union internationale se trouvent résumés dans un rapport de M. Résal qui devait être discuté au Congrès que l'Union se proposait de tenir à Budapest en septembre 1914; la relation des expériences faites à Bordeaux est publiée en annexe à ce rapport; le tout forme une brochure de 34 pages grand format envoyée aux membres de l'Union dans le courant de juillet 1914.

Dans ce cas encore les oscillations s'amortissent d'autant plus rapidement que le frottement est plus grand.

3. *Calculs et mesures sur la torsion des essieux.* — Deux roues sont calées sur un même essieu supposé assujetti à rester rigoureusement normal à la trajectoire du véhicule, c'est-à-dire à la voie. Si pendant le mouvement du véhicule une roue tend à tourner plus vite que l'autre, il se produit dans l'essieu un couple de torsion. Lorsque ce couple atteint une valeur suffisante il fait glisser l'une des roues, c'est-à-dire tourner moins vite que ne le comporte le déplacement du véhicule, ou la fait patiner, c'est-à-dire tourner plus vite, en lui imprimant un mouvement oscillatoire autour de l'axe de l'essieu qui se superpose au mouvement de rotation de cet essieu.

On a calculé, suivant les formules connues, le moment de torsion d'un essieu des tramways de Bordeaux et le moment d'inertie d'une roue; on a trouvé

$$kl^2 = 797\,024\,0, \qquad I = 293,87, \qquad T = 0,0382 \text{ sec}$$ [1].

On a alors procédé à une mesure directe de la période dans les conditions ci-après. L'essieu étant soutenu par des paliers dans lesquels étaient emboîtées les fusées, l'une des roues a été boulonnée sur un appui invariable puis on a fixé sur la jante de l'autre roue : d'un côté un toc, de l'autre un style. Un fort coup de marteau donné sur le toc donnait à la roue un mouvement oscillatoire autour de l'axe de l'essieu, et les oscillations étaient enregistrées sur un papier noirci où s'inscrivaient en même temps les vibrations d'un diapason électrique au centième de seconde. Quatre expériences ont donné comme moyenne

$$T = 0,0386 \text{ sec.}$$

Si l'on admet que l'essieu soit chargé à 5000 kg et que le coefficient de frottement de glissement d'une roue sur un rail soit de 0,20, on trouve aisément que, dans le cas présent, lorsque le moment du couple de torsion devient égal au moment du frottement, l'une des roues a tourné par rapport à l'autre d'un angle dont l'arc, mesuré sur la jante, a pour longueur, $\alpha = 0,11$ cm.

4. *Calculs et mesures sur l'oscillation des essieux.* — Si, deux roues étant calées sur un même essieu, l'une tend à avancer plus que l'autre pendant la marche du véhicule, l'essieu dévie de la normale à la trajectoire ou à la voie, à la condition que les boîtes à graisse aient du jeu dans les plaques de garde. Pour dévier ainsi, l'essieu doit vaincre la réaction élastique horizontale, parallèle au rail, qui résulte de la suspension de la voiture de quelque nature qu'elle soit. Lorsque cette réaction élastique atteint une valeur suffisante, elle fait glisser ou patiner une des roues et parfois les deux roues, en imprimant à l'essieu un mouvement oscillatoire qui se superpose aux mouvements dus à la marche du véhicule.

On a calculé la réaction élastique subie par la boîte à graisse d'un truck genre Brill du matériel des tramways de Bordeaux et l'on a trouvé $k = 3000$.

On a contrôlé ce chiffre de la manière suivante. Les roues d'un essieu d'une voiture étant calées sur les rails, l'autre essieu était relevé d'une hauteur suffisante pour que les boudins des roues fussent complètement dégagés de l'ornière des rails; il était maintenu ainsi par un galet, dont l'axe était perpendiculaire à l'essieu et qui permettait le libre déplacement de celui-ci transversalement à la voie. Enfin, un palan était accroché par l'intermédiaire d'un dynamomètre au tampon de la voiture. En exerçant des tractions horizontales et perpendiculaires à l'axe de la voiture, on déviait celle-ci par rapport à l'essieu calé : en mesurant les déviations et les tractions correspondantes, on a déterminé la caractéristique de la réaction élastique subie par l'essieu calé. On a pu éliminer les frottements, en prenant, pour chaque déviation, deux mesures de traction, l'une pendant que la déviation allait en croissant et l'autre pendant que la déviation allait en décroissant et en prenant la moyenne. On a ainsi trouvé $k = 2000$.

Mais ce chiffre est trop faible, parce qu'il ne tient pas compte du déplacement relatif de la caisse et du truck, la voiture étant à double suspension. En effet, ayant mesuré une réaction F, correspondant à un déplacement mesuré d, on a

$$F = k \times d, \qquad \text{d'où} \qquad k = \frac{F}{d}.$$

Mais si d mesuré est plus grand que ce qu'il doit être, la valeur de k est, en réalité, plus grande que celle qui résulte du calcul.

On a calculé le moment d'inertie de l'essieu monté par rapport à la verticale zz passant par l'axe de l'essieu et située à égale distance des deux roues. On a trouvé

$$I = 2720.$$

Pour cette valeur de I et pour $k = 3000$, la période de l'essieu monté est de 0,05 sec.

Une vérification expérimentale a été faite de la façon suivante. Le bandage d'une des deux roues d'un essieu monté a été percé de deux trous coniques, par lesquels cette roue a été saisie entre les deux pointes d'un tour à axe horizontal. La fusée de l'autre roue était emboîtée dans deux demi-coussinets serrés entre deux ressorts à boudin à axe vertical. A défaut de ressort donnant $k = 3000$, on avait dû prendre des ressorts donnant $k = 4000$.

Un coup de marteau appliqué sur la roue située du côté des ressorts mettait l'essieu monté en mouvement oscillatoire autour des pointes du tour. La période était enregistrée, au moyen d'un style porté par la fusée, sur un papier noirci qui enregistrait en même temps les vibrations d'un diapason au $\frac{1}{100}$ de seconde.

Une série de cinq expériences a donné pour moyenne 0,0456 sec. Or si dans la formule de la période on remplace $k = 3000$ par $k = 4000$, on trouve $T = 0,043$ sec, ce qui est une bonne vérification de la valeur 3000 adoptée pour k.

Si l'on considère le déplacement absolu dx de la boîte

[1] Les unités employées dans les calculs sont le kilogramme (force), le centimètre et la seconde.

à graisse dans la plaque de garde, la réaction élastique horizontale qu'elle subit a pour expression

$$F = kl\theta = k\,dx.$$

Une roue étant chargée de 2500 kg et le coefficient de frottement au glissement étant supposé 0,20, on voit que, tant que le déplacement de la roue n'a pas atteint 0,17 cm, la réaction élastique est inférieure au frottement.

5. *Calculs et mesures sur la translation des essieux.* — Un essieu peut tendre à se déplacer parallèlement à lui-même, soit en avant, soit en arrière de sa position normale dans les plaques de garde.

Soient g l'accélération de ce mouvement et r le rayon des roues. Si pendant cette translation les roues ne glissent pas sur les rails, le mouvement propre de rotation de l'essieu sera modifié par une composante dont l'accélération angulaire sera

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{g}{r}$$

et qui sera produite par l'adhérence f des roues sur le rail.

En désignant par J le moment d'inertie polaire de l'essieu et en prenant par rapport à son axe le moment des forces en présence, on a l'équation d'équilibre

$$J\frac{d^2\theta}{dt^2} + fr = 0,$$

d'où l'on déduit, en valeur absolue,

$$g = \frac{fr^2}{J}.$$

L'adhérence f a une valeur limitée. Tant que g ne dépassera pas $\frac{fr^2}{J}$, les roues rouleront sur les rails comme on l'a supposé; mais dès que g dépassera cette valeur les roues glisseront sur les rails.

Avec les essieux expérimentés, supposés chargés à 5000 kg, le coefficient d'adhérence étant 0,20, on a trouvé $\frac{fr^2}{J} = 3400$.

D'un autre côté, les diagrammes recueillis ont révélé des translations de 0,3 cm d'amplitude et 0,08 sec de période. On peut aisément vérifier que l'accélération correspondante est 6200 cm : sec : sec, soit près du double de la limite ci-dessus. Il en résulte que, dans ces mouvements, il n'y avait pas roulement mais glissement des roues; et comme la plupart des mouvements enregistrés sont de périodes et d'amplitudes comparables, il est permis de dire que les mouvements de translation des essieux sont accompagnés de glissement des roues, le roulement des roues étant l'exception.

On se trouve dès lors dans le premier cas envisagé dans le paragraphe **2**. Par conséquent lorsque la résultante des réactions élastiques horizontales subies par chacune des fusées atteint une valeur suffisante, les deux roues peuvent glisser ou patiner simultanément et l'essieu est animé d'un mouvement périodique de translation qui se superpose aux mouvements dus au déplacement du véhicule. Comme $k = 6000$ pour les deux roues et que le calcul donne $M = 0,563$, on en déduit $T = 0,059$ sec.

Quant au déplacement de l'essieu correspondant à la limite de résistance au glissement, il est évidemment le même que celui qui a été indiqué à la fin du paragraphe **4**, à savoir 0,17 cm, toutes choses égales d'ailleurs.

6. *Circonstances qui peuvent donner lieu à des mouvements périodiques.* — Sur un essieu sont montées deux roues dont les diamètres ont des valeurs différentes r et R (*fig.* 2). L'essieu, normal à la voie lorsque les

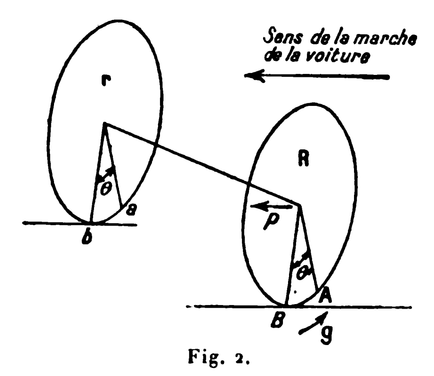


Fig. 2.

points a et A sont en contact avec les rails, avance d'une longueur ab par la rotation des roues, mais il est supposé assujetti à rester normal à la voie.

La roue de rayon r tourne d'un angle θ et la roue R d'un angle θ' tel que $r\theta = R\theta'$, de sorte que θ' est plus petit que θ, si r est plus petit que R.

Il est évident que la roue R tend à se porter en avant et que l'essieu exerce une poussée p sur la liaison qui le maintient normal à la voie. Il est également évident que θ' tend à devenir égal à θ et que, dès que la résistance au glissement de la roue R sera dépassée, celle-ci patinera dans le sens de la flèche g sous l'action du couple élastique de la torsion de l'essieu : ce patinage sera oscillatoire.

Supposons maintenant que ce même essieu n'est plus

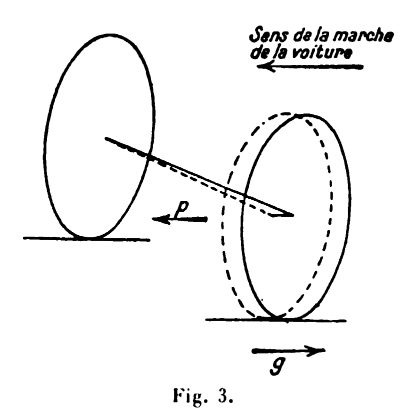


Fig. 3.

assujetti à rester normal à la voie. Pour prendre une position oblique, il doit vaincre la résistance élastique de la

suspension. Dans ce cas, il exerce une poussée *p* sur cette suspension (*fig.* 3) et, dès que cette poussée dépasse la résistance au glissement de la roue, celle-ci patinera dans le sens de la flèche *g* par un mouvement oscillatoire.

Finalement les effets de la torsion élastique de l'essieu et de la réaction élastique de la suspension sont les mêmes, si leurs périodes concordent exactement, ils se superposent; si leurs périodes ne concordent pas exactement, il y a interférence, mais après un nombre plus ou moins grand d'oscillations.

Il est clair que si, au lieu de la roue R, on suppose que c'est la roue *r* qui patinera, on trouvera les mêmes résultats, à cette seule différence près que la poussée aura lieu en sens inverse de la marche de la voiture et le patinage des roues dans le sens de la marche de la voiture.

Lorsqu'un essieu passe dans une courbe, le parcours de la roue extérieure est plus grand que celui de la roue intérieure. Tout se passe comme si l'essieu était sur un alignement droit et que la roue extérieure fût plus petite que la roue intérieure. On constate, dès lors, les mêmes phénomènes que ceux qui viennent d'être examinés.

Si l'on analyse le freinage et le démarrage d'une voiture automotrice, on constate qu'ils peuvent donner lieu à des mouvements périodiques de translation de l'essieu. Nous ne croyons pas devoir nous étendre sur ce sujet, qui ne paraît pas présenter d'intérêt en ce qui concerne particulièrement les tramways et n'a pas été, de la part de M. Résal, l'objet d'observations expérimentales.

Il convient de remarquer que les mouvements périodiques de déplacement des boîtes à graisse dans les plaques de garde peuvent affecter une seule roue ou les deux roues à la fois et, dans ce dernier cas, à des époques avec des périodes et des amplitudes différentes. En d'autres termes, l'axe instantané d'oscillation de l'essieu, qui est une verticale, peut se trouver en un point quelconque de l'espace : quand il est à l'infini, le mouvement périodique de l'essieu est rigoureusement un mouvement de translation.

7. *Remarques au sujet du frottement de glissement.* — Des expériences faites par des ingénieurs de chemins de fer au sujet du freinage des wagons, il résulte que le coefficient du frottement au glissement des roues sur les rails peut s'élever à 0,30 et plus quand la voie est très sèche et s'abaisser à moins de 0,10 si la voie est humide et grasse.

Il a été constaté en même temps que, si le frottement est au départ sensiblement le même qu'à très petite vitesse, il diminue notablement lorsque la vitesse augmente. Ce fait est d'ailleurs démontré journellement par l'emballement des moteurs ou la moindre résistance au freinage lorsque les roues patinent.

Il convient de remarquer que le frottement diminue quand le poli des surfaces frottantes augmente. Or, le poli qu'un métal est susceptible de recevoir est évidemment en raison de sa dureté. Si un rail a une structure hétérogène, le frottement de glissement d'une même roue sera, à égalité de vitesse, plus petit sur les parties dures que sur les parties tendres.

Les calculs du paragraphe 2 supposent constant le coefficient de frottement; on pourrait donc craindre que ces calculs ne donnent qu'une valeur approchée des mouvements puisque, en réalité, le coefficient de frottement varie notablement pendant un déplacement, même très petit, par suite de la variation de la vitesse du glissement et de la nature du métal. Mais il convient de noter que la variation du coefficient de frottement due seulement à la nature du métal du rail est un facteur important dans le déclenchement du mouvement périodique, lorsque les circonstances qui viennent d'être examinées se produisent; elle est susceptible à elle seule de produire ce mouvement périodique.

8. *Constatations de l'existence de vibrations des essieux dans la direction du rail et mesure de leurs périodes.* — M. Résal a procédé à des expériences en vue de déterminer si les essieux d'une voiture en marche normale sont animés de vibrations horizontales par rapport au truck.

La voiture d'expérience était une voiture ordinaire à deux essieux (dont un seul moteur) écartés de 2,13 m et à truck genre Brill. Elle avait été munie des dispositifs ci-après :

Un parallélogramme articulé *abcd* (*fig.* 4) est disposé

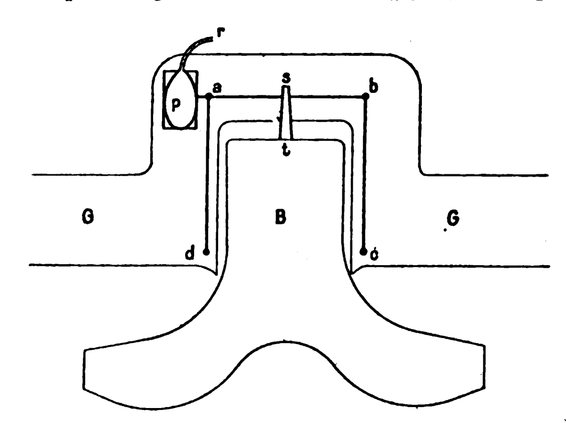


Fig. 4. — Schéma du dispositif Résal pour l'étude du mouvement oscillatoire des essieux.

sur une plaque de garde GG de façon à osciller librement autour des points fixes *c* et *d*. La partie *ab* est constituée par deux barrettes parallèles suffisamment écartées pour qu'un goujon *st*, fixé sur la boîte à graisse B et qui passe entre elles, puisse se mouvoir en tous sens sans les toucher, dans les limites du jeu transversal et longitudinal de la boîte à graisse dans la plaque de garde. L'entretoise qui assemble les deux barrettes près de *a* offre une cavité conique dont l'ouverture est tournée du côté S; le goujon *st* présente, à la même hauteur, une cavité semblable dont l'ouverture est tournée du côté *a* : les deux extrémités appointées d'une aiguille d'acier sont engagées dans les cavités, et une bague en caoutchouc, passée sur l'entretoise *a* et le goujon *st*, assure constamment la butée des pointes de l'aiguille dans leurs logements. Tout mouvement du goujon *st* dans un plan perpendiculaire à *ab* donne lieu à un déplacement conique de l'aiguille et *ab* ne bouge pas; tout déplacement de *st* parallèlement à *ab* entraîne *ab* par l'intermédiaire de l'aiguille et de la bague en caoutchouc : il demeure donc

bien entendu que les seuls déplacements de la boîte à graisse par rapport à la plaque de garde qui puissent influencer le parallélogramme sont ceux qui se produisent parallèlement aux rails et que c'est de ceux-là seuls qu'il sera parlé dans ce qui suit.

Au delà de l'articulation *a*, les barrettes *ab* portent un plateau vertical fermant partiellement l'ouverture d'un coffret en tôle *p* fixé sur la plaque de garde. Ce coffret contient une poire en caoutchouc légèrement comprimée par les parois et la fermeture mobile du coffret, et qu communique avec l'iintérieur de la voiture

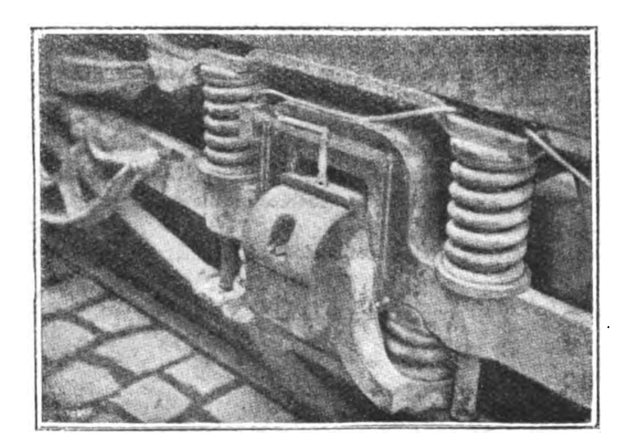


Fig. 5. — Vue du dispositif Résal.

par un tuyau de caoutchouc *r*. La figure 5 donne une vue du dispositil monté sur la voiture.

Sur une banquette de la voiture est fixé un châssis, dans lequel coulisse une planchette qu'on manœuvre à la main et sur laquelle on fixe des feuilles de papier noirci de 30 cm de longueur. Le châssis porte en outre un diapason électrique inscrivant le centième de seconde et une capsule de Marey (*fig.* 6) reliée à la poire du dis-

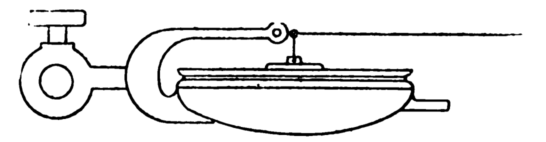


Fig. 6. — Coupe d'une capsule Marey.

positif précédent. La figure 7 donne une vue de l'ensemble; deux capsules de Marey y sont représentées; nous verrons tout à l'heure l'usage de la seconde.

Ajoutons qu'en outre des deux dispositifs dont il vient d'être question la voiture d'expériences était munie d'un tachymètre.

Avec cette voiture, il a été effectué par le même opérateur, sur la même section de voie et par beau temps sec, trois séries d'expériences. La voie était rigoureusement en ligne droite; elle présentait peu ou point d'usure ondulatoire. On s'est borné à relever des diagrammes en marche libre, laissant ainsi de côté l'étude des phénomènes accompagnant le démarrage et le freinage. On s'est assuré par des expériences préliminaires que les mouvements subis par l'essieu moteur sont de même importance que ceux subis par l'essieu libre.

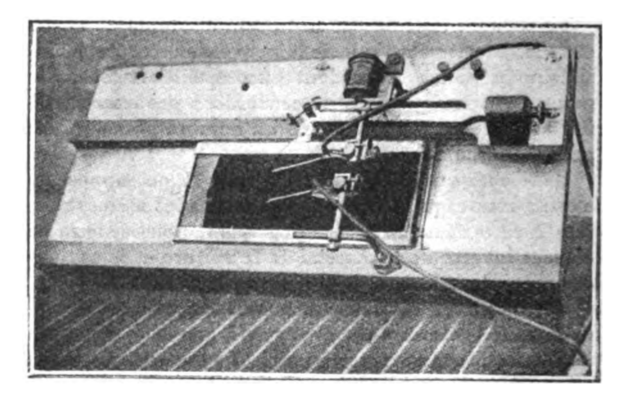


Fig. 7. — Vue de l'appareil d'inscription du dispositif Résal.

Pour la première série d'expériences les jantes des quatre roues avaient été tournées suivant le profil de la figure 8 avec conicité de $\frac{1}{13}$ environ et large

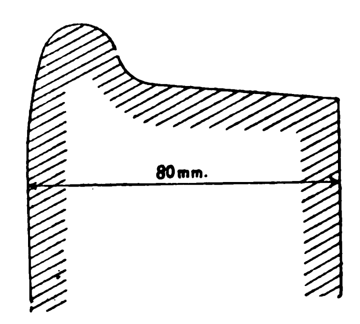


Fig. 8. — Profil d'une roue de la voiture dans la première et la troisième série d'essais.

congé au mentonnet; ces roues avaient rigoureusement le même diamètre. On a relevé 41 diagrammes sur cinq seulement desquels la pointe de la capsule de Marey avait fait des tracés presque rectilignes, ce qui indiquait que la boîte à graisse ne se déplaçait pas par rapport à la plaque de garde. Des 36 autres diagrammes, 17 présentaient une courbe ondulée sur la plus grande partie de sa longueur, 9 des ondulations sur la moitié au plus et 10 une courbe très peu ondulée. Les ondulations étaient toujours nettement périodiques. Pour des vitesses comprises entre 12 et 18 km : h on obtint 8 diagrammes avec ondulations dont la période était de 4 à 7 centièmes de seconde et 2 diagrammes sans ondulations; pour des vitesses de 18 à 24 km : h on obtint 20 diagrammes ondulés avec périodes de 4,5 à 7 centièmes de seconde; enfin pour des vitesses de 25 à 30 km : h on eut 8 diagrammes ondulés avec période de 4 à 7 centièmes de seconde et 2 non ondulés.

La seconde série d'expérience fut exécutée avec quatre roues ayant rigoureusement le même diamètre, à profil

cylindrique avec très petit congé au mentonnet (*fig.* 9). Elle fournit 39 diagrammes dont 22 sans ondulations et 7 peu ondulés. La période des ondulations exprimée

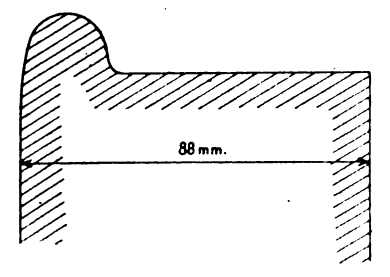


Fig. 9. — Profil d'une roue employée dans la seconde série d'essais.

en centièmes de seconde est de 4 à 5 pour la vitesse de 12 à 18 km:h, de 4 à 6 pour les vitesses de 18 à 24 km:h et celles de 25 à 30 km : h.

Pour la troisième série, la voiture fut munie des quatre roues à profil conique ayant servi dans la première série. Mais on avait fixé un transmetteur à chacune des extrémités de l'essieu en expérience, le but proposé étant de constater la nature des mouvements (translation ou oscillation) de l'essieu entier. L'enregistreur portait alors deux capsules de Marey disposées de telle façon qu'un mouvement de translation de l'essieu se traduisit par un déplacement parallèle des aiguilles, et un mouvement oscillatoire, par la convergence ou la divergence des aiguilles. Les diagrammes montrent nettement que les mouvements des essieux sont, le plus généralement, oscillatoires, et que l'axe instantané de l'oscillation est souvent dans le voisinage soit du milieu de l'essieu, soit d'une des deux roues. Pour cette troisième série d'expériences, on avait déterminé par un étalonnage préalable le coefficient d'amplification de l'appareil enregistreur.

Les résultats de ces trois séries d'expériences donnent lieu aux conclusions suivantes, applicables seulement, cela va de soi, au matériel expérimenté ou à tout matériel ayant les mêmes caractères : 1° les essieux sont dans une position instable par rapport aux plaques de garde; 2° quand ils se déplacent, c'est par un mouvement périodique; 3° ce mouvement périodique dépend moins de l'état de la voie que de celui des roues; 4° la période est indépendante de la vitesse propre du véhicule et du même ordre de grandeur que celle des vibrations que la réaction horizontale de la suspension est capable d'imprimer aux essieux; 5° lorsque les roues sont cylindriques, les mouvements périodiques sont moins fréquents et ils s'amortissent plus rapidement que lorsque les roues sont coniques; 6° l'amplitude du mouvement, à peine sensible aux faibles vitesses (au-dessous de 15 km à l'heure), augmente avec la vitesse.

9. *Relations déduites des expériences.* — Des diagrammes obtenus on déduit que la période des mouvements oscillatoires des essieux est comprise entre 4 et 7 centièmes de seconde. Pendant une demi-période le mouvement oscillatoire s'effectue dans le sens de la progression de la voiture; pendant la demi-période suivante il s'effectue en sens inverse. Dans les deux cas il y a glissement. Or, ce qui importe, c'est le fait même du glissement et non pas son sens, en sorte que les deux demi-périodes sont équivalentes au point de vue de leurs effets.

L'espace parcouru par la voiture pendant une demi-période, pour les vitesses envisagées et les valeurs extrêmes des périodes envisagées, est donné par le tableau suivant :

Vitesse en km : h.	Espace parcouru pendant une demi-période de 0,02 sec.	0,035 sec.
	cm	cm
10	5,6	9,8
15	8,4	14,7
20	11,2	19,6
25	14,0	24,5
30	15,4	29,4

D'après les diagrammes, pour une vitesse de 17 km : h, il peut y avoir normalement des oscillations de 0,4 cm d'amplitude avec période de 0,07 sec. L'espace parcouru par la voiture étant sensiblement 16,7 cm pendant une demi-période, le rapport du glissement à l'espace parcouru est

$$\frac{0,4}{16,7} = 0,024.$$

Cherchons d'autre part le glissement dû à la conicité des roues. Ces roues ayant 84 cm de diamètre moyen et 5 cm de largeur de roulement, le plus grand diamètre de roulement est 84,5 cm et le plus petit 83,5 cm si l'on suppose que la conicité atteigne la valeur considérable de 10 pour 100. Si donc une roue porte par son plus grand diamètre et l'autre par son plus petit, le rapport du glissement géométrique à l'espace parcouru est

$$\frac{\pi(84,5 - 83,5)}{\pi \times 84} = 0,012.$$

On voit que ce rapport est le double du précédent. En d'autres termes, le glissement vibratoire peut normalement atteindre le double du glissement géométrique de deux roues dont la conicité est exceptionnellement élevée.

10. *Distribution des régimes à ondulation. Usure absolue des rails ondulés et des rails non ondulés.* — Il n'a pas été constaté d'usure ondulatoire sur les voies où la vitesse des voitures est inférieure à 15 km : h et, notamment : 1° dans les courbes dont le rayon ne dépasse pas 60 m environ; 2° aux abords des arrêts obligatoires sur une étendue totale variant entre 35 m et 70 m.

L'usure ondulatoire se manifeste : 1° d'une façon discontinue alternativement sur un rail et sur l'autre rail de la voie. Les zones ondulées ont une longueur comprise entre 3,50 m et 6 m environ, et elles sont séparées par des zones non ondulées, dont la longueur, qui n'a pas de corrélation avec celle des zones ondulées qui les contiennent, varie entre les mêmes limites. Le plus généralement la zone ondulée d'un rail correspond à la zone non ondulée de l'autre, sans que ce soit une règle absolue; 2° d'une façon continue sur un des deux rails

10...

des courbes de rayon égal ou supérieur à 60 m environ; généralement, sur le rail extérieur de la courbe; 3° d'une façon continue sur un rail dans les voies en alignement droit quand elles sont en dévers, notamment lorsqu'elles longent le trottoir d'une chaussée à bombement marqué et, plus particulièrement, sur le rail le plus haut; 4° d'une façon continue sur un rail ou sur les deux rails dans les voies en alignement droit, mais il semble que l'usure aura commencé par des zones alternées comme il est dit au 1° ci-dessus, et que la continuité se sera produite par suite de l'allongement, puis de la soudure des zones ondulées.

Il a été procédé à la mesure de l'usure absolue, autrement dit de la diminution de hauteur des rails dans les régions ondulées et dans les régions non ondulées très voisines les unes des autres. On a trouvé les résultats consignés dans le tableau suivant, où ne sont comparables entre eux que les chiffres de chaque ligne :

	Rails non ondulés.			Rails ondulés.		
	Min.	Max.	Moyenne.	Min.	Max.	Moyenne.
a.....	0,46	0,52	0,48	0,49	0,66	*0,57*
b.....	0,71	0,80	*0,75*	0,57	0,75	0,64
c.....	0,53	0,70	0,60	0,50	0,75	*0,65*
d.....	0,48	0,62	0,55	0,49	0,75	*0,56*
e.....	0,72	0,80	*0,75*	0,57	0,62	0,60
f.....	0,68	0,91	*0,78*	0,47	0,62	0,54

Ce tableau montre que l'usure absolue des rails est de même ordre de grandeur dans les rails ondulés et dans les rails non ondulés et que les maxima maximorum se répartissent également sur les rails ondulés (*a*, *c*, *d*) et sur les rails non ondulés (*b*, *e*, *f*). En particulier les deux premiers groupes (*a* et *b*) ont été choisis; savoir : le rail non ondulé à un arrêt obligatoire, le rail ondulé en dehors de la zone non ondulée de cet arrêt.

11. *Longueur des ondulations des rails sur les voies parcourues à des vitesses différentes.* — Il a été procédé à la mensuration des longueurs des ondulations des rails sur un grand nombre de points du réseau, et en même temps à la mesure de la vitesse habituelle des voitures lorsqu'elles passent sur ces points.

Il est rappelé que l'usure ondulatoire n'apparaît pour ainsi dire pas sur les rails où la vitesse des voitures reste inférieure à 15 km : h.

Le tableau ci-après résume quelques-unes des constatations faites :

Longueurs des ondes.			
Min.	Max.	Moy.	Vitesse des voitures.
5,0	7,5	6,2	13 à 18 km : h
10,8	16,3	13,7	
5,8	8,0	7,2	
5,0	8,5	6,9	17 à 25 »
13,4	26,3	19,4	
4,7	7,5	5,5	
[illegible]	8,0	6,8	21 à 25 »
5,7	24,0	12,7	
6,0	9,5	7,9	
5,0	8,5	6,5	23 à 28 »
5,5	10,0	8,0	
14,0	24,0	20,0	

Les longueurs d'onde de 10 cm ou plus constituent l'exception. Sur trente régions mesurées, il n'y en a que quatre où de pareilles longueurs ont été constatées. Il paraît vraisemblable qu'elles proviennent d'ondulations de dimensions comparables à celles qui ont été constatées couramment, mais dont, par suite de circonstances particulières, un sommet sur deux ou deux sommets sur trois auraient été aplanis, de sorte qu'une ondulation de 12 aurait pour origine deux ondes de 6, une onde de 15 aurait pour origine deux ondes de 7,5 ou trois ondes de 5.

Quoi qu'il en soit, il résulte nettement des constatations faites que, si les ondes paraissent plus longues là où les voitures ont une vitesse plus grande, on trouve dans les régions à faible vitesse de circulation des ondes longues et dans les régions à grande vitesse des ondes courtes.

Des ondulations faibles, il est vrai, mais nettes, ont été constatées sur les rails et aiguilles d'appareils en acier au manganèse; leur longueur varie de 4,5 cm à 12 cm, et atteint, exceptionnellement, 14 cm et 15 cm.

12. *Examen d'un rail déchaussé et présentant des ondulations.* — Lorsqu'un rail encastré dans un pavage en pierre ne porte plus sur sa fondation, les eaux de pluie s'accumulent sous le patin et, à chaque passage de voiture, il se produit des coups de bélier qui, au bout de peu de temps, bouleversent le pavage. Dans toutes ces zones, le rail est ondulé et les ondulations ont apparu au moment où le rail se déchaussait.

Une pareille zone a fait l'objet des constatations qui suivent :

D'abord, on a mesuré la longueur des ondulations : elle varie de 5,4 cm à 8,8 cm, avec une moyenne de 6,8 cm.

Ensuite, on a complètement dégagé le rail des pavés et constaté que le déchaussement régnait sur 4,20 m environ. On a fixé sur le rail, au milieu de la portée, une petite boîte métallique dont le fond horizontal, indépendant des autres parois, était soutenu par une forte barre de fer boulonnée sur un coupon de rail posé sur le sol (*fig.* 10). La poire en caoutchouc d'un appareil

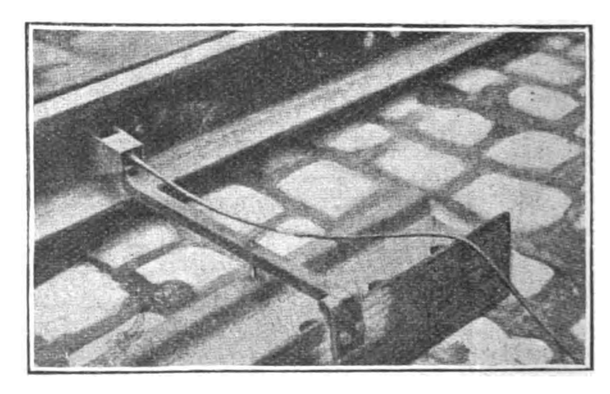


Fig. 10. — Vue du dispositif employé pour l'étude des vibrations d'un rail.

Marey était placée dans la boîte et reliée à l'enregistreur décrit précédemment. Des coups de masse frappés vers

le milieu de la portée donnaient au rail des vibrations qui étaient relevées sur du papier noirci. Des expériences ont été faites en été et en hiver, pour permettre de constater l'influence, sur la période de ces vibrations, des variations de l'état moléculaire du rail dues aux écarts de température, la voie étant soudée avec des joints Falk. On a obtenu les chiffres suivants :

Expériences.	Température ambiante.	Période.
	o C.	
a.......	+22	$4,7 \times 10^{-2}$ sec
b.......	+ 5	6,5
c.......	— 1	7,0

On a, en même temps, relevé des diagrammes des mouvements vibratoires subis par le rail ainsi déchaussé et en porte à faux, lorsque des voitures passaient à leur vitesses normale de service. Les courbes sont désordonnées; en outre de la flèche statique du rail, elles présentent la superposition de vibrations fondamentales et de vibrations harmoniques répondant à des conditions qui varient d'un instant à l'autre avec la position de la voiture sur le rail. Néanmoins, il a été possible de relever des périodes de vibrations fondamentales et l'on a trouvé que, au passage de voitures dont la vitesse était sensiblement 20 km : h, la période de vibration du rail était, en centièmes de seconde, dans une première expérience 4,7 et dans une seconde, 5,8.

13. *Observations faites sur une voie parcourue par des voitures à différentiels.* — Des voitures automotrices ont été transformées de la manière suivante. Sur chaque essieu, l'une des deux roues a été décalée et assemblée avec l'essieu par le moyen d'un manchon à friction; sur l'essieu moteur a été établi un différentiel analogue à ceux qui sont employés dans les automobiles pour rendre motrices les deux roues. Les manchons à friction permettent le déplacement relatif des deux roues, mais ils empêchent l'une d'elles de patiner ou glisser indépendamment de l'autre, soit au freinage, soit au démarrage.

Ces voitures ont été affectées à une ligne à deux voies qui, bien que n'ayant qu'un faible trafic et par conséquent un service réduit, a présenté de bonne heure l'usure ondulatoire très marquée et généralisée.

De nombreux diagrammes de la table de roulement ont été relevés, avant la mise en service de ces voitures (août 1911), sur des parties de rails soigneusement repérées. De nouveaux diagrammes ont été relevés aux mêmes points, deux ans après (septembre 1913) et superposés aux premiers. Tous ces doubles diagrammes ont les mêmes caractéristiques. Bien que les rails se soient usés d'une façon appréciable, on voit que, en général : 1° les ondulations se sont généralement maintenues avec même amplitude et même hauteur; 2° elles se sont légèrement déplacées dans la direction de la marche des voitures.

Trois parties de rails ont été rabotées sur la même ligne; des diagrammes de la table de roulement ont été relevés avant et après rabotage au commencement de mai 1913, puis au commencement de mai 1914, soit à 12 mois d'intervalle. Cet intervalle est évidemment trop court pour qu'on puisse tirer des conclusions de la comparaison des diagrammes. On peut toutefois constater que les inégalités des deux derniers diagrammes sont du même ordre de grandeur que celles des diagrammes pris avant rabotage.

14. *Observations sur des rails rabotés, les uns recuits, les autres non recuits.* — Des rails présentant une forte usure ondulatoire ont été retirés de la voie et soumis, par les soins de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, dans ses usines de Saint-Chamond, à un traitement thermique consistant en un recuit peu prolongé à environ 25° au-dessus de la température de transformation à l'échauffement. Ces rails ont été ensuite rabotés et remis en service.

Le profil du rail a été relevé dans ses trois états successifs : avant rabotage, après rabotage et recuit, puis deux ans après ce rabotage. Il n'apparaît pas que le traitement thermique ait supprimé la tendance du rail à l'usure ondulatoire, mais il l'a considérablement diminuée. En effet, lorsque les rails ont été retirés de la voie, ils étaient en service depuis dix ans et les ondulations qui ont reparu deux ans après traitement thermique et rabotage n'atteignent pas, à beaucoup près, le $\frac{1}{10}$ des ondulations antérieures.

Un rail ordinaire ayant été également raboté, on en a relevé le profil immédiatement avant le rabotage puis deux ans après celui-ci. Les ondulations ont reparu et, bien que de faible hauteur, elles sont comparables à celles qui existaient antérieurement et qui s'étaient produites dans une période de 10 ans.

La comparaison de ces résultats semble donc indiquer que le traitement thermique après rabotage diminue la tendance à la formation des ondulations.

15. *Correspondance des zones alternées d'ondulations avec le mouvement de lacet des voitures.* — Dans les régions où l'ondulation est par zones alternatives, tantôt sur un rail, tantôt sur l'autre, le soubassement du rail ondulé a subi, soit une désagrégation, soit un tassement, le rail ne porte plus et à chaque passage de voiture, il se déprime. C'est cette dépression brusque qui, lorsque l'eau s'est infiltrée sous le rail, fait jaillir cette eau en bouleversant le pavage. Le fait qu'un seul rail se déprime donne du dévers à la voie au moment du passage de la voiture, et celle-ci doit évidemment tendre à se porter du côté du rail le plus bas. Si les roues sont coniques, celle qui porte sur le rail déprimé roule sur son plus grand diamètre, tandis que l'autre roule sur son plus petit diamètre : cette dernière doit par suite tendre à tourner plus vite que l'autre.

Une des voitures à roues indépendantes, dont il est question au paragraphe 13, a été pourvue de l'appareil enregistreur, dont voici les dispositions essentielles :

Un différentiel, du genre de ceux qui sont employés dans les automobiles, est disposé de façon que les roues d'angle soient entraînées au moyen de poulies de renvoi et de courroies par les roues d'un même essieu. Mais on a soin de croiser la courroie de l'une de ces poulies, de façon qu'elle tourne en sens inverse de celle qui lui est opposée. De cette façon, si l'appareil est bien réglé et si les roues d'un même essieu font exactement le même nombre de tours, la croix qui supporte les pignons satellites reste immobile; si, au contraire, la

vitesse des roues de la voiture est différente, la croix satellite prend un mouvement de rotation autour de son axe.

Sur cet axe est fixée à frottement dur une aiguille d'enregistreur dont le style appuie sur une bande de papier continue; l'entraînement de la bande est effectué par un jeu d'engrenages relié à l'une des roues d'angle, en sorte qu'il est proportionnel à l'espace parcouru par la voiture elle-même, quelle que soit sa vitesse. Enfin, un style à main, placé à hauteur de celui de l'aiguille, permet d'inscrire sur la bande le passage de repères (les poteaux par exemple) destinés à faciliter le report du diagramme sur le plan de la voie.

La figure 11 donne une vue photographique de l'appareil.

Il est très important de remarquer que, si une des deux roues de l'essieu tourne plus vite que l'autre, la croix du satellite tourne et par suite l'aiguille s'écarte constamment de sa position normale; si, au contraire, les deux roues tournent avec la même vitesse, le satellite étant immobile, l'aiguille reste dans la position qu'elle occupait auparavant. Donc, en prenant pour axe des abscisses celui de la bande de papier, ce n'est pas l'ordonnée de la courbe, mais l'inclinaison de la tangente à la courbe qui révèle le mouvement relatif des roues du véhicule.

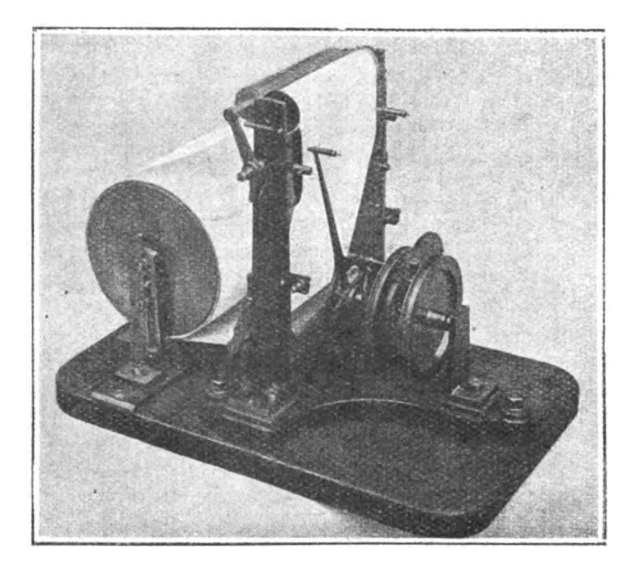


Fig. 11. — Vue de l'appareil inscripteur des différences de vitesses des roues.

Sur une section de voie en ligne droite d'environ 300 m de longueur, il a été fait quatre expériences dans le même sens, la voiture ayant à peu près la même vitesse, environ 20 km : h, vitesse normale de service. Les quatre diagrammes relevés sont semblables, c'est-à-dire que les ondulations des courbes se superposent sensiblement; ce qui indique que, chaque fois que la voiture est passée en un point donné, les roues ont eu le même mouvement relatif. Ils montrent, en outre, que la période de la courbe enregistrée, remarquablement constante, est de 8,30 m sans écarts appréciables d'un bout à l'autre des graphiques.

On a reporté un de ces diagrammes sur un plan schématique de la voie où sont figurées les zones des rails ondulés, aussi exactement que le permet la détermination difficile des limites de ces zones. On constate ainsi que, sur le plus grand nombre des zones alternatives, c'est, ainsi que cela était à prévoir, la roue en contact avec le rail ondulé qui retarde par rapport à l'autre roue. La figure 12 est une partie du plan schématique en question.

Lorsqu'une roue avance par rapport à l'autre, c'est qu'elle tourne sur une circonférence plus petite que celle de la seconde; c'est également que l'essieu s'est déplacé transversalement du côté du rail sur lequel porte la roue qui retarde. Il en résulte que le diagramme, dont les tangentes géométriques indiquent l'avance relative des roues, figure par ses ordonnées le déplacement transversal de l'essieu sur la voie, c'est-à-dire le balancement horizontal ou lacet de la voiture. On a vu que le diagramme est à période constante : le lacet est donc un mouvement rythmé à période constante ou mouvement pendulaire, ce qui n'a rien de surprenant puisqu'il met en jeu, d'une part, l'inertie de la voiture qui est invariable, d'autre part les réactions élastiques de la voie sur les boudins des roues, lesquelles ne varient

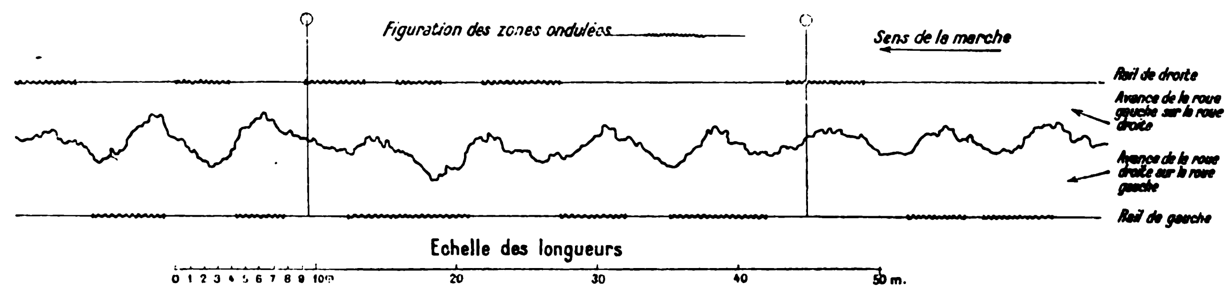


Fig. 12. — Mouvement de lacet des voitures.

guère. La vitesse de marche étant d'environ 20 km : h, la période du lacet, qui est de 8,30 m, correspond à une seconde et demie. Enfin, il est à noter que la voiture utilisée pour l'expérience a 2,13 m d'empattement et 8,90 m de longueur entre tampons; elle a par suite 3,385 m de porte à faux.



16. *Conclusions.* — Les conclusions que l'on peut tirer de l'ensemble de ces expériences ont été publiées par M. Résal dans le rapport qu'il devait présenter au XVII[e] Congrès international de Tramways et Chemins de fer d'intérêt local lors de sa réunion à Budapest en septembre 1914. Voici ces conclusions :

a. Lorsqu'une voiture à essieux parallèles montée sur truck genre Brill circule sur une voie en ligne droite, dès que la vitesse de marche atteint 12 à 15 km : h, les essieux prennent, de temps à autre, un mouvement vibratoire horizontal; la période de ce mouvement, de l'ordre de $\frac{5}{100}$ de seconde, est indépendante de la vitesse propre de la voiture; l'amplitude de ce mouvement croît avec la vitesse propre de la voiture. Si les roues sont coniques, le mouvement vibratoire des essieux est beaucoup plus fréquent que si elles sont cylindriques, et il apparaît également que son amplitude est plus grande. Ce mouvement vibratoire a pour conséquence un glissement ou patinage des roues sur les rails, lequel est susceptible d'être augmenté par la torsion vibratoire de l'essieu, dont la période est également de l'ordre de $\frac{5}{100}$ de seconde. L'espace parcouru par la voiture pendant une demi-période est naturellement proportionnel à la vitesse propre de la voiture : il est de 0,084 m pour une période de $\frac{4}{100}$ de seconde à la vitesse de 15 km : h et atteint 0,29 m pour une période de $\frac{7}{100}$ de seconde et une vitesse de 30 km : h. Enfin, la somme des glissements vibratoires d'une roue peut atteindre et dépasser 2,4 pour 100 de l'espace parcouru, alors que la somme des glissements dus à la différence des circonférences au roulement de deux roues coniques ne dépasse pas 1,2 pour 100 de l'espace parcouru dans le cas le plus défavorable.

L'usure ondulatoire des rails n'existe pas pour ainsi dire sur les parties de voie où la vitesse des voitures ne dépasse pas 12 à 15 km : h. La longueur des ondes varie entre 40 mm et 90 mm, avec une moyenne voisine de 60 mm, les ondes de longueur comprise entre 90 mm et 250 mm constituant une exception anormale; cette longueur des ondes est indépendante de la vitesse propre des voitures. La diminution de hauteur ou usure absolue du champignon des rails ondulés reste, sinon égale, du moins équivalente à celle des rails non ondulés qui se trouvent dans la même voie; tandis que cette usure absolue peut atteindre 9 mm, la profondeur des ondes reste toujours de l'ordre de 1 mm, les profondeurs qui atteignent et dépassent 2 mm étant de rares exceptions. Une voiture circulant en ligne droite est animée d'un mouvement de lacet isochrone; si cette voiture parcourt une voie présentant des zones alternées d'ondulation et si elle possède la vitesse normale du service de cette ligne, le lacet est en phase avec les alternances.

De ces constatations il résulte immédiatement deux conséquences : 1° la longueur des ondulations n'a aucune corrélation avec les vibrations des essieux, donc elle est due à la nature du métal; 2° les ondulations n'apparaissent pas sur les voies parcourues à faible vitesse, donc une vitesse minimum des voitures est une condition nécessaire à leur formation.

b. L'usure ondulatoire est due au concours d'un grand nombre de facteurs, dont l'importance relative peut varier notablement d'un réseau à l'autre, cela n'est plus contestable. Toute réserve utile étant faite sur cette variabilité d'importance des divers facteurs, il est, sinon certain, du moins très probable, d'après l'exposé qui précède, que les conditions générales et principales de la formation et de la persistance (ou de la disparition) de l'usure ondulatoire sont les suivantes :

Lorsque la vitesse d'une voiture atteint une valeur critique, comprise entre 12 et 15 km : h ses essieux sont susceptibles de prendre de temps en temps un mouvement vibratoire horizontal qui s'amortit plus ou moins vite; ce mouvement vibratoire peut être représenté schématiquement par une ligne présentant des trains d'ondulations (*fig.* 13). L'amplitude des vibrations croît avec la vitesse de la voiture; le nombre et la longueur des trains d'ondes, ainsi que l'amplitude des vibrations, sont fonction des caractéristiques de la voiture : la conicité des roues les favorise particulièrement. Des circonstances spéciales, notamment le démarrage ou le freinage brutal, peuvent provoquer les vibrations, même lorsque la vitesse critique n'est pas atteinte. Ces vibrations engendrent l'usure ondulatoire par une suite de phénomènes qui forment deux stades successifs.



Fig. 13. — Représentation schématique du mouvement vibratoire d'un essieu.

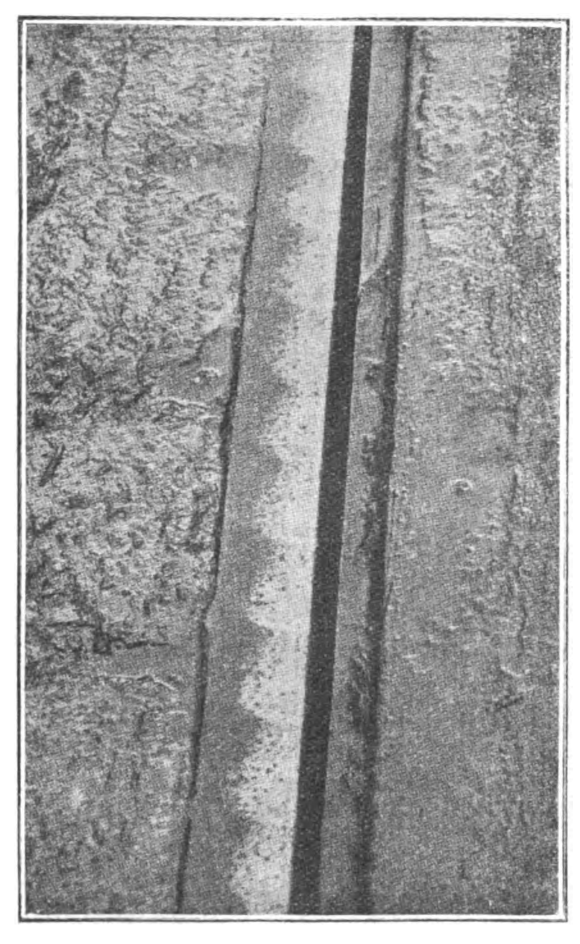
Dans le premier stade, les roues exercent un frottement énergique sur les rails; si la dureté des rails présente des variations alternatives, le frottement agit davantage sur les parties moins dures et il se produit de faibles ondulations par arrachement du métal ou abrasion : la forme de ces ondulations initiales paraît dessinée par le mouvement de la roue sur le rail (*fig.* 14).

Lorsque le relief de ces ondulations atteint une grandeur suffisante, au frottement vibratoire des roues vient s'ajouter le martelage dû au choc des roues dans le creux des ondulations : c'est le deuxième stade. Ce martelage change la forme des ondes en les modelant sur les variations de structure du métal (*fig.* 15).

Les effets du frottement et du martelage dépendent non seulement de la nature du métal du rail, mais encore de la nature du métal du bandage. Si le martelage prédomine et que les rails soient particulièrement peu malléables, l'ondulation ne se déplace pas et tend à s'approfondir. Si le frottement prédomine ou si le métal du rail est très malléable, l'ondulation chemine dans le sens de la marche des voitures : la crête se déplace du côté du creux de l'onde suivante en même temps que la saillie

diminue, soit par abrasion, soit par laminage à froid; la profondeur de l'ondulation diminue et il peut arriver qu'elle disparaisse.

Lorsqu'une voiture rencontre un rail présentant une forte dénivellation *a* (*fig.* 16), elle se déplace vers ce rail par l'action de la gravité. Ce déplacement déclenche le lacet rythmé de la voiture ou bien, si ce lacet existait déjà avant que la voiture n'arrive en *a*, il en décale la



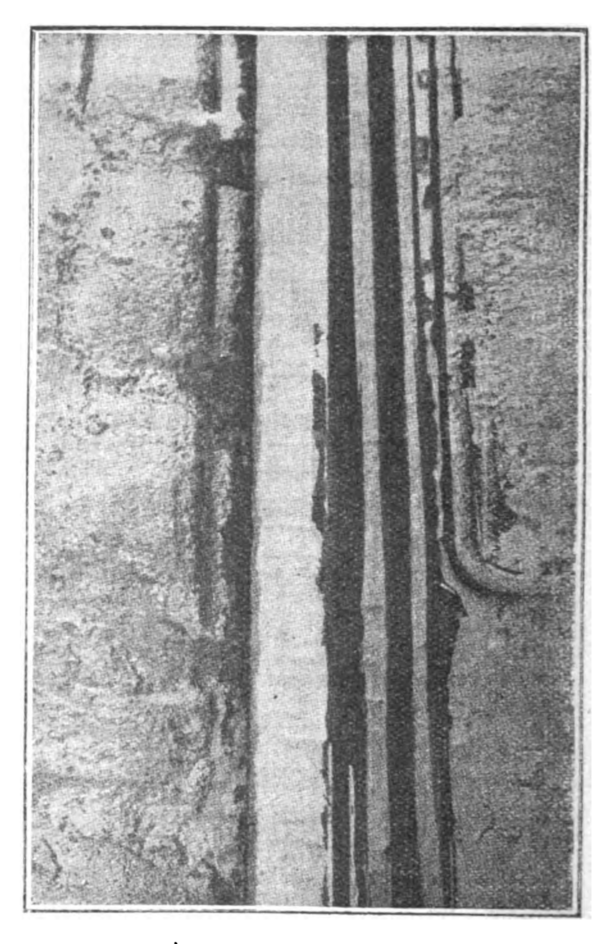


Fig. 14 et 15. — Photographies de rails présentant l'usure ondulatoire.

période par un phénomène de synchronisation facile à concevoir. Dès lors, le lacet s'effectue comme l'indiquent les flèches en trait plein de la figure et la voiture se porte vers *b*, *c*, *d*, etc. En chacune de ces régions se produisent les vibrations de l'essieu, soit par suite de la différence de diamètre au roulement des deux roues de cet essieu si elles sont coniques, soit même seulement par suite du frottement du boudin de la roue sur le rail à raison de la pression énergique que la voiture lui impose, et l'usure ondulatoire se produit. Toutes les voitures de même type (c'est-à-dire ayant même période de lacet) animées de la même vitesse se comportent exactement de la même manière, et les régions *a*, *b*, *c*, *d*, deviennent des zones ondulées alternatives. Les secousses violentes provoquées par le passage des voitures sur une région ondulée, la zone *a* par exemple, désagrègent le soubassement et augmentent la longueur et la profondeur de la dénivellation. Le mouvement de lacet de la voiture est alors un peu décalé, comme l'indiquent les flèches en trait pointillé de la figure, les zones *b*, *c*, *d*

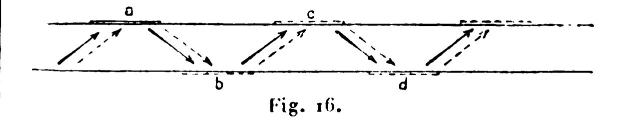


Fig. 16.

s'allongent à leur tour et finissent par se souder pour former une usure ondulatoire continue.

Les effets de frottement sont augmentés par la présence, entre le rail et la roue, de poussières de matières dures; il est probable aussi qu'ils sont plus grands si le bandage est plus dur que le rail.

Le martelage éprouve le rail d'autant plus que le soubassement est plus rigide et que le bandage est plus

dur : cela résulte d'une façon évidente de la théorie classique du choc. Mais, dans les régions où le soubassement a cédé et où le rail est en porte à faux, les vibrations qu'il prend au passage de l'essieu sont de nature à augmenter le martelage.

En écrouissant le creux des ondulations, le martelage en rend le métal plus dur et, par conséquent, moins attaquable par le frottement vibratoire; d'ailleurs, les arêtes des ondulations sont plus exposées à ce frottement. Il y a, dès lors, une profondeur spécifique limite ou d'équilibre pour le creux des ondulations, laquelle dépend de la nature du métal et du soubassement. Il en résulte que les ondulations d'un rail déterminé ne varieront pas sensiblement de profondeur pendant le délai souvent fort long que le rail mettra à s'user.

Telles sont, suivant M. Résal, les conditions générales de la formation de l'usure ondulatoire, réserve faite, il insiste sur ce point, au sujet des circonstances particulières qui, dans certains réseaux, peuvent prendre une importance exceptionnelle.

III. Comparaison des conclusions de M. Résal avec les faits observés. — Avec le concours de l'Union internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local, M. Résal a, pendant l'année 1914, effectué une enquête très minutieuse en vue de vérifier le bien-fondé de son explication de l'usure ondulatoire.

1. Soixante-dix exploitations de traction ont répondu au questionnaire détaillé qui leur avait été adressé. Sur ces exploitations, il en est dix, dont la plus récente a six ans d'existence, qui sont assez fortunées pour n'avoir pas ou n'avoir que fort peu d'usure ondulatoire. La comparaison du matériel roulant et du matériel fixe de ces exploitations avec celui des exploitations où s'est manifestée l'usure ondulatoire ne montre cependant aucune différence importante entre ces matériels. Cette constatation eût été assez troublante si les études multiples déjà faites sur le sujet n'avaient démontré que l'usure ondulatoire a, non pas un ou deux facteurs d'une grande importance, mais un très grand nombre de facteurs plus ou moins importants, et qu'il est dû à la totalisation de leurs effets.

Dans la presque unanimité des exploitations, le matériel d'automotrices le plus répandu est constitué par des voitures à deux essieux parallèles ayant un empattement de 1,80 m à 2,20 m et un porte-à-faux de 2,80 m à 3,50 m. Le diamètre des essieux est de 9,5 cm à 11,5 cm; le diamètre des roues de 80 cm à 87 cm. La résistance de rupture à la traction des rails est voisine de 75 kg : mm² et celle des bandages de 80 kg : mm², ce qui semble indiquer que les bandages sont généralement plus durs que les rails. Dans les réseaux où l'on a constaté l'usure ondulatoire, les rails sont le plus souvent posés sur cordon de ballast ou sur longrine en béton, exceptionnellement sur bois (traverses ou longrines); les rails des réseaux ne présentant pas d'usure ondulatoire sont posés soit sur ballast, soit sur traverses, à l'exclusion du béton.

Cette dernière constatation justifie l'influence que certaines exploitations attribuent à la rigidité du soubassement dans la naissance des ondulations. Il justifie également l'observation faite précédemment que, si le glissement vibratoire des roues amorce l'usure ondulatoire, il tend plutôt à la niveler, tandis que le martelage, que favorise évidemment la rigidité du soubassement, tend, au contraire, à en augmenter le relief. Il convient de signaler le réseau de Moscou, où l'on a remarqué que les ondulations se développent surtout en hiver, alors que tous les soubassements sont gelés et par conséquent rigides, et celui de Genève, où l'on a constaté un développement rapide d'ondulations sur les voies dont les rails sont cramponnés à une fondation rigide [1].

On rencontre dans tous les réseaux un sous-sol perméable (sable, gravier), moyennement perméable, ou imperméable (argile compacte). Cette indication ne pourrait être mise à profit que si l'on avait en même temps la mesure des déformations ou dénivellations subies par les voies sur les diverses natures de terrain, et s'il était fait état, d'une part, du régime des pluies, qui donnent lieu à des infiltrations pernicieuses pour la stabilité des voies et, d'autre part, des mesures prises pour éviter ces infiltrations ou en atténuer les effets. Le réseau de Munich est établi sur terrain perméable, et l'on a soin d'assurer l'écoulement des suintements qui pénètrent sous les rails : ce réseau date de 1895 et ce n'est qu'en 1907 qu'est apparue l'usure ondulatoire. Il est vrai que cette année-là a eu lieu un accroissement considérable du service auquel l'exploitation attribue la formation de l'usure ondulatoire : mais n'est-il pas permis de croire que, si elle a tardé 12 ans à apparaître, cela est dû à la parfaite tenue des voies à laquelle le drainage a certainement contribué ? D'un autre côté, nous ne pouvons pas ne pas être frappés de ce fait que, sur les dix exploitations exemptes d'ondulation, il en est trois, et des plus importantes (Le Caire, Marseille, Tien-Tsin), qui sont sous des climats où les pluies sont rares : il est certain que ces réseaux n'ont pas à subir de ces infiltrations fréquentes qui sont la cause principale des déformations de voie. Elles ne doivent donc présenter que peu ou point de ces dénivellations qui déterminent, grâce au mouvement de lacet des voitures et à la conicité des roues, les zones initiales d'ondulations.

2. L'enquête révèle encore un point sur lequel il existe une différence topique entre les réseaux ondulés et les réseaux non ondulés.

Dans ceux de la première catégorie, la largeur du roulement des roues est le plus généralement inférieure ou égale à la largeur du champignon du rail, et celles

[1] Cette influence de la rigidité du soubassement a été confirmée par des observations faites sur le Rapid Transit, de Brooklyn, par M. Gidanski. Il résulte en effet de ces observations, publiées en détail dans *Electric Railway Journal* et signalée dans *Le Génie civil*, 12 septembre 1914, p. 381, que, sur le viaduc de Brooklyn, la portée de voie à trôlet située sur les approches et qui comporte une fondation rigide accuse une usure ondulatoire, tandis que la portée supportée dans la partie médiane du pont par des fermes, et qui est douée par conséquent d'une certaine élasticité, reste indemne.

des exploitations qui ont donné des renseignements sur la déformation par usure des bandages et des rails ont fourni des dessins analogues au dessin e_1 de la figure 17. Lorsque la largeur d'un bandage est égale ou à peine supérieure à celle du rail, le jeu initial entre boudin et rail ou celui qui se forme à la longue permet à la roue de se déplacer transversalement et d'occuper les positions extrêmes e_2 et e_3 de la même figure. Ces schémas montrent que la partie qui s'use le plus est, dans le rail, le côté intérieur du champignon, dans la roue, le bord extérieur du bandage; ils expliquent le déversement de la table de roulement et l'usure conique de la roue,

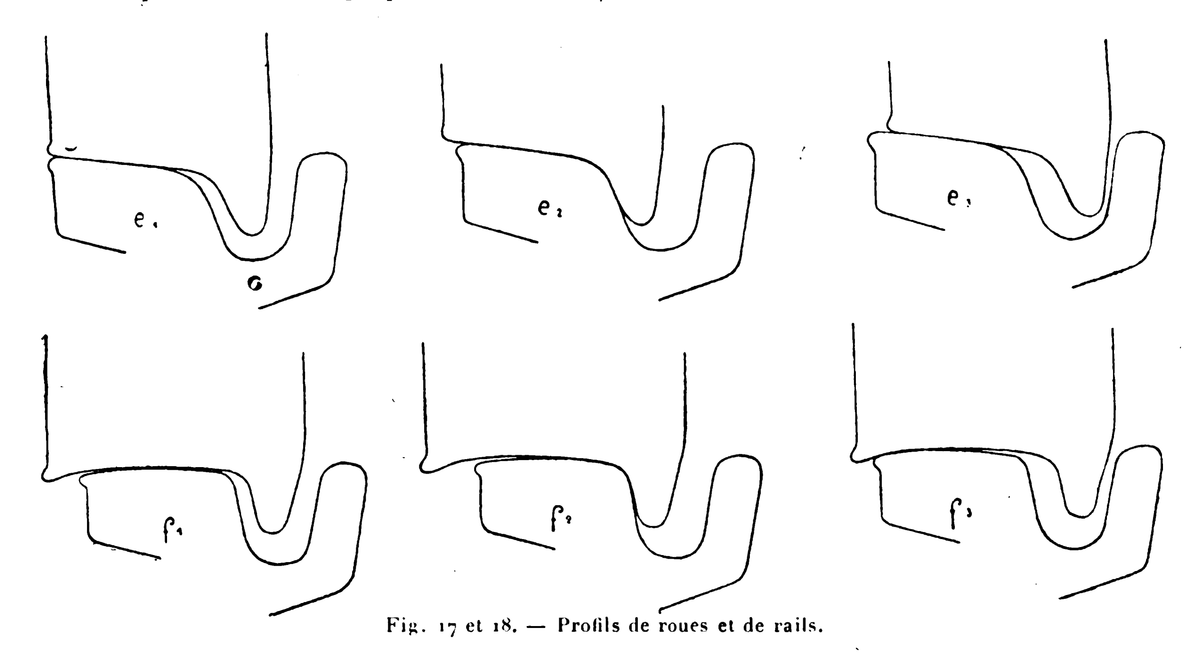


Fig. 17 et 18. — Profils de roues et de rails.

alors même que le bandage neuf était primitivement cylindrique.

Dans les réseaux de la seconde catégorie, au contraire, la largeur des roulements des roues est nettement supérieure à celle du champignon du rail, et celles des exploitations qui ont donné des renseignements sur la déformation par usure des bandages et des rails (sept exploitations sur dix) ont fourni des dessins analogues au dessin f_1 de la figure 18. La section du bandage est un arc à très grande courbure, dont la corde est parallèle à l'axe de l'essieu, et la section du rail est un arc analogue, dont la corde reste parallèle à la surface primitive du champignon. Le bandage a pour ainsi dire une double conicité et quand, par suite du jeu initial ou acquis, la roue prend les positions extrêmes f_2 et f_3 de la figure 18, elle roule sur ses plus grandes circonférences, mais la roue qui est calée sur le même essieu est dans la même situation : tout se passe comme si les deux roues étaient restées cylindriques.

Dans les réseaux de la première catégorie, l'usure conique des bandages est éminemment favorable à la multiplication des vibrations de l'essieu auxquelles notre explication attribue la naissance des ondulations; dans les réseaux de la deuxième catégorie, l'usure quasi-cylindrique des bandages ne favorise pas ces vibrations. A l'appui de ces considérations, nous devons citer le fait qui est relevé dans la réponse des Chemins de fer sur routes d'Algérie. Cette Compagnie emploie des bandages dont la largeur est 62,5 mm au roulement : tant qu'elle a employé des rails dont la table avait 40 mm à 44 mm de largeur, elle n'a pas constaté d'usure ondulatoire; elle en a constaté sur des rails de 55 mm de largeur un an après leur pose.

3. En outre des spécifications fournies sur la constitution du matériel roulant et de la voie, les réponses au questionnaire contiennent des indications et renseignements sur l'usure ondulatoire. Les natures de chaussée où l'on constate le plus d'usure ondulatoire sont le macadam (Aix-la-Chapelle, Dusseldorf, Genève, Trieste, Zurich) et l'asphalte (Bonn, Fredericksberg, Dortmund, Dusseldorf, Mulheim, Nuremberg, Zurich). Les voies en chaussées d'asphalte sont nécessairement posées sur soubassement rigide, et c'est sans doute pour ce motif que ce mode de revêtement, qui favorise ainsi indirectement le martelage, donne lieu fréquemment à l'usure ondulatoire : le même motif assurément explique le fait qu'on la rencontre abondamment sur les voies à caniveau. Quant au macadam, où les voies peuvent être et sont généralement posées sur ballast, ce sont les poussières de pierre dure interposées entre roues et rails qui contribuent à la naissance des ondulations en augmentant les effets du frottement des roues sur les rails.

La très grande majorité des exploitations ont constaté des zones alternatives d'ondulation. Il est possible que la formation des ondulations par zones alternées se soit produite dans des conditions telles qu'elles n'aient pas



pu être facilement observées par les exploitations qui ont répondu négativement à la question [Augsbourg, Bonn, Breslau, Budapest (ville), Cologne, Chemins de fer hessois, Dresde, Barmen-Elberfeld, Hagen, Liége, Munich, Stettin, Trieste, Vienne]. Il y a un cas, par exemple, où l'alternance est suivie presque immédiatement de la continuité : c'est celui où, sur une même ligne, on emploie des voitures de types différents et dont, par conséquent, la période de lacet est également différente; si l'on se reporte à la figure 16, on voit qu'une dénivellation *a* donnera lieu, pour un type de matériel, aux alternances *b*, *c*, *d*, et pour un autre type, à des alternances analogues mais plus éloignées ou plus rapprochées et qui, en se soudant à *b*, *c* et *d*, établiront tout de suite la continuité des ondulations. Le fait que dans la majeure partie des réseaux apparaissent des alternances justifie l'explication qui en a été donnée, et le fait que dans d'autres réseaux, moins nombreux, ces alternances n'ont pas été constatées n'est nullement en contradiction avec l'explication.

Le plus grand nombre des exploitations reconnaissent que l'usure ondulatoire n'apparaît pas ou apparaît moins : (*a*) dans les courbes de rayon inférieur à 30 m [par exemple, Aix-la-Chapelle, Amsterdam, Bonn, Budapest, Dusseldorf, Genève, Magdebourg, Mannheim, Paris (C.G.O), Zurich]; (*b*) sur les fortes déclivités [par exemple, Aix-la-Chapelle, Brême, Budapest, Chemnitz, Dortmund, Genève, Leipzig (grande compagnie), Est-Parisien Lyon, Magdebourg, Trèves]; (*c*) aux abords des arrêts [par exemple, Bonn, Chemnitz, Cologne, Barmen-Elberfeld, Dusseldorf, Helsingborg, Magdebourg, Nuremberg, Paris (C.G.O), Prague, Trieste, Chemins de fer d'Algérie]; en d'autres termes, partout où la marche des voitures est ralentie. Ce fait est caractéristique de l'influence capitale de la vitesse sur la formation des ondulations.

A la vérité, il n'est pas impossible que des ondulations se produisent aux abords des stations ou sur les fortes déclivités, par l'effet des démarrages ou des freinages quand ils sont brutaux : il se produit alors un broutement des roues que tout le monde a remarqué et dont l'effet est évidemment le même que celui de glissement vibratoire.

La question de savoir pourquoi dans les voies courbes c'est le rail extérieur qui est ondulé, et dans les voies droites en dévers c'est le rail le plus bas, ne paraît pas présenter d'intérêt : il est vraisemblable que la roue qui roule sur le rail intérieur de la courbe ou sur le rail surélevé de la voie en devers frotte énergiquement sur le contre-rail et se trouve par là moins libre de vibrer que la roue opposée.

Pour terminer cette analyse des réponses au questionnaire, signalons que, sur tous les réseaux qui ont fourni ce renseignement, la longueur des ondulations est comprise entre 30 mm et 90 mm et n'atteint 150 mm ou 200 mm que très exceptionnellement, et que, somme toute, cette longueur est indépendante de la vitesse propre des voitures.

En résumé, la très grande majorité des faits et renseignements fournis par les exploitations corroborent l'explication par laquelle M. Résal a essayé de montrer la formation et la persistance de l'usure ondulatoire, et aucun de ces faits et renseignements ne met cette explication en défaut.

IV. Conclusions de M. Résal. — « L'usure ondulatoire est causée, cela ne fait plus de doute pour personne, par un très grand nombre de facteurs qui s'associent d'une façon extrêmement complexe et très variable d'un réseau à un autre. Nous ne saurions donc prétendre avoir résolu cette question énigmatique par l'explication simple que nous avons exposée. Mais nous pensons que cette explication, en fixant les conditions générales de la genèse de l'usure ondulatoire, pourrait servir de guide dans la recherche des moyens utiles pour sinon éviter radicalement l'usure ondulatoire, ce qui paraît malheureusement impossible, du moins pour l'atténuer notablement et la rendre inoffensive.

» Il faudrait pour cela que son exactitude fût bien démontrée, et, bien que les faits que nous avons apportés aient entraîné notre conviction, nous ne pouvons nous flatter qu'ils l'imposent à tous.

» Deux moyens se présentent qui peuvent contrôler cette exactitude et être pratiqués concurremment :

» Le premier consiste à procéder à de nouvelles et plus complètes expériences. Des réseaux importants seraient en situation de les faire. Outre les essais autres que ceux que nous avons entrepris et qui seraient suggérés aux expérimentateurs par leur sagacité, il y aurait un intérêt considérable, notamment, à opérer sur des voies neuves et à lever des diagrammes continus des vibrations d'essieu, ce que nos ressources ne nous ont pas permis de faire.

» Le second moyen consiste à prendre les mesures qui, d'après l'explication donnée, sont individuellement de nature à atténuer l'usure ondulatoire, et dont plusieurs sont à la portée de tous les réseaux, même les plus modestes : l'expérience montrerait bientôt si elles sont efficaces et si par suite est justifiée la théorie qui les a dictées. Ces mesures sont les suivantes :

a. Amélioration de la fabrication des rails pour supprimer ou au moins diminuer les variations de structure dues au broutement du laminage. La question des rails a été complètement élucidée dans les rapports présentés aux Congrès précédents, et nous ne pouvons faire mieux que de nous référer aux conclusions qui ont été formulées au sujet de leur fabrication.

b. Établissement des voies sur soubassement élastique. Il s'agit de diminuer les effets du martelage.

c. Drainage du patin du rail. Il importe que la voie ne se déforme pas, et l'infiltration de l'eau de pluie entre rail et soubassement est un des principaux facteurs de la déformation.

d. Emploi dans les bandages d'un métal moins dur que celui du rail. Cette disposition a pour but de faire supporter par le bandage une part plus grande des effets du frottement qui amorce l'usure ondulatoire, et du martelage qui l'achève. Il n'est pas démontré que le surcroît de dépense d'usure des bandages ne soit pas compensé par la diminution des dépenses d'usure des rails.

e. Adoption de bandages cylindriques, assez larges pour déborder toujours le rail, avec congés très petits au



boudin. Ce tracé réduit au minimum la variation du diamètre d'une roue et, par conséquent, la différence de circonférence au roulement des deux roues d'un même essieu dans toutes les positions qu'il peut occuper.

f. Étude du guidage des boîtes à graisse et de la suspension des trucks en vue de diminuer les mouvements vibratoires de l'essieu dans les plaques de garde. Toute suspension, quelle qu'elle soit, exerce une réaction élastique horizontale sur la boîte à graisse quand celle-ci se déplace parallèlement au rail dans la plaque de garde; à la réaction élastique de la suspension s'ajoute la réaction élastique de la plaque de garde elle-même contre la boîte à graisse, quand celle-ci vient en contact avec elle : on peut néanmoins chercher, sinon théoriquement, au moins empiriquement, la disposition qui donnerait lieu à la plus grande stabilité de l'essieu.

g. Augmentation de l'empattement des voitures à essieux parallèles. Par cette modification qui se recommande d'ailleurs pour d'autres motifs, on diminue les effets du lacet sur les essieux et l'on diminue également le tangage qui, en faisant varier la charge par essieu, ne doit pas être étranger au déclenchement des vibrations.

h. Étude spéciale des trucks à bogies (à un ou deux essieux). Une étude expérimentale des mouvements des essieux et des trucks, dans les voitures à bogies, indiquerait dans quel sens la construction des bogies devrait être orientée en vue de la diminution des mouvements vibratoires des essieux. »

La distance parcourue sur les tramways américains pour 25 centimes. — L'unité monétaire des tarifs des tramways des États-Unis est la pièce de 5 cents, d'une valeur d'environ 0,25 fr en monnaie française. Dans quelques villes, comme à Cleveland, le tarif général n'est que 3 cents avec supplément de 1 ou 2 cents pour les transbordements, mais ces villes sont rares. Le tarif de 5 cents se trouve d'ailleurs pratiquement abaissé dans beaucoup de villes par la vente de carnets de tickets au prix de 1 dollar les 25 tickets ou encore de 25 cents les 6 ou 7 tickets.

M. D.-J. Mc Greth a eu l'idée de rechercher le parcours maximum que l'on peut effectuer pour le tarif normal de 5 cents sur les tramways des principales villes des États-Unis. Les résultats de cette recherche, publiés dans *Electric Railway* du 5 août, montrent que dans les villes de 200 000 à 400 000 habitants, ce parcours varie de 5,47 km à 6,44 km. Dans les villes plus importantes le parcours maximum est plus long : à Boston on peut parcourir 13 km, à New-York, 21 km, et à Chicago, qui détient le record, 26 km.

A titre de comparaison rappelons qu'à Paris le trajet maximum qu'on peut accomplir dans le métropolitain pour un seul billet (0,15 fr ou 0,25 fr suivant la classe) est d'une dizaine de kilomètres. Le parcours maximum en tramways pour la même dépense est sensiblement moindre. De plus il n'est accordé aucune réduction sur les carnets de tickets que délivre le métropolitain.

Sur la « question du système » dans l'électrification des chemins de fer : système à courants triphasés ou système à courant continu; R. VALLAURI (*Elettrotecnica*, 25 août et 5 septembre 1916, p. 527-537 et p. 550-557). — Communication faite à la section de Milan de l'Associazione Elettrotecnica Italiana, le 18 avril 1916. L'auteur y expose successivement les points suivants : — A. *Généralités*. Valeur économique de l'électrification des chemins de fer. Vœux pour une collaboration plus intense des techniciens spécialistes à l'examen et à la solution des problèmes relatifs. Etat actuel de la « question du système » : l'augmentation de la tension de ligne dans les installations à courant continu. La génération historique du système triphasé. — B. *Alimentation des lignes*. Principes à suivre dans le calcul des lignes d'alimentation. Chute de tension admissible. Impédance des lignes triphasées. Caractéristiques des deux systèmes. Aperçu sur les possibilités de l'avenir. Quelques données sur une moderne installation triphasée. Caractéristiques des lignes de contact. — C. *Moteurs de traction et locomoteurs*. Les progrès du moteur de traction à courant continu. Subdivision de la tension entre plusieurs moteurs. Données de construction. Le moteur triphasé. Le dernier type de locomotive triphasée. Les bagues de collection. Largeur de l'entrefer. Rigidité d'allure des locomoteurs triphasés. — D. *Trois importantes questions d'exploitation*. Freinage électrique et récupération d'énergie sur les pentes. Troubles dans les lignes télégraphiques et téléphoniques voisines. Unité de forme et de fréquence de l'énergie primaire. — E. *Conclusions*. Le système triphasé n'eut pas de partisans. Les récentes délibérations suisses. Aperçu sur le système monophasé. Le côté économique de la comparaison. Eclectisme de l'Administration des Chemins de fer italiens, et vœux pour l'avenir.

La traction électrique en Angleterre; J. CARLIER et H. DEBROOG (*Génie civil*, 8, 15, 22 juillet, 5 et 12 août 1916, p. 27-29, 35-41, 49-54, 81-87, 100-103). — Après quelques considérations générales dans lesquelles les auteurs indiquent les principaux chemins de fer électriques de Grande-Bretagne, leurs caractéristiques, les raisons de leur électrification, l'article donne quelques brefs renseignements sur la ligne Liverpool-Southport du Lancashire and Yorkshire Railway, les lignes du district de Newcastle-on-Tyne du North Eastern Railway et quelques autres. Les auteurs passent alors à la description de la voie, en y comprenant le troisième rail et, pour certaines installations, le quatrième rail servant à la transmission du courant. Un des articles (numéro du 22 juillet) est consacré à la prise de courant aérienne et à la description du matériel roulant. Le suivant traite des usines de production de l'énergie électrique. L'étude se termine par l'examen des résultats d'ordre économique obtenus par l'emploi de la traction électrique en Angleterre; ses conclusions sont les suivantes : — « La traction électrique présente les plus grands avantages par rapport à la traction à vapeur pour le service des voyageurs suburbains. Les avantages de la grande accélération sont : un accroissement des vitesses moyennes des trains de banlieue de 30 à 50 pour 100, et, sans augmentation du nombre des voies ni élargissement des gares terminus, la possibilité d'organiser un service à plus grande fréquence. — L'adoption de la traction électrique ne diminue pas toujours les dépenses totales d'exploitation, mais elle accroît la puissance bénéficiaire en rendant le chemin de fer apte à recevoir un trafic beaucoup plus élevé. De plus, l'élasticité très grande, dans la composition des trains électriques, permet de proportionner l'énergie de traction aux exigences du trafic. — La traction électrique sur les grandes lignes est également susceptible d'un très grand avenir. La difficulté de trouver les capitaux très importants, nécessaires aux grandes électrifications, est la cause principale pour laquelle le *statu quo* est conservé par plusieurs chemins de fer. Mais, déjà, on aperçoit des indices d'évolution chez beaucoup de dirigeants, et certains auraient même déjà résolu la question financière, qui est l'obstacle principal. L'augmentation continuelle du prix du charbon viendra, sans aucun doute, ajouter son influence à celle des autres éléments en faveur de l'électrification. — La recherche du confort et la lutte contre la concurrence aux environs des villes obligeront donc de plus en plus les compagnies de chemins de fer à avoir recours à l'électrification, qui semble bien être la solution de l'avenir pour la traction sur voies ferrées. »



TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Étude de la loi de réponse du détecteur au silicium (1).

Les auteurs se sont proposé d'étudier, sur la forme spéciale de détecteur au silicium décrite par Merritt pour les courtes longueurs d'onde : 1° les conditions sous lesquelles le fonctionnement du récepteur est le meilleur; 2° la loi de réponse du détecteur en fonction de l'énergie de l'onde incidente.

Dispositif. — L'oscillateur S (*fig.* 1) est constitué par un petit éclateur prolongé de deux fils d'aluminium WW, de 51 cm de longueur et relié, à travers des résistances à eau H, au secondaire d'une petite bobine d'induction K, fonctionnant sous 6 volts. Les résistances à eau ont pour but d'amortir les quelques perturbations possibles de la bobine. Dans ces conditions, avec un montage convenable, l'étincelle est parfaitement régulière.

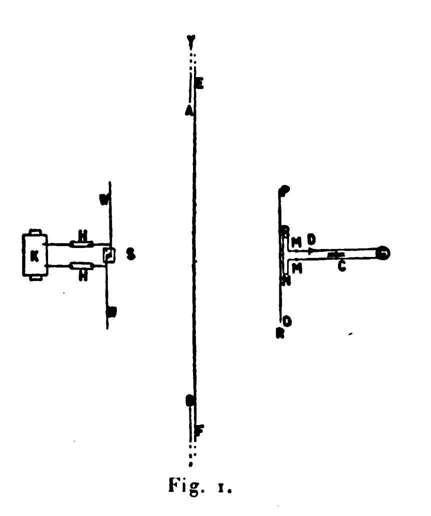


Fig. 1.

Le récepteur comprend un détecteur au silicium D, disposé en série avec un condensateur C de 1 microfarad et avec une boucle de fil dont les connexions étaient établies par des godets à mercure M, M, permettant de modifier à la fois la forme et les dimensions de la boucle. Un galvanomètre sensible est branché sur les bornes du condensateur. Une tige d'aluminium OP, de 44,5 cm, agissant comme résonateur est disposée parallèlement au fil extérieur de la boucle et très près de celui-ci; la plus grande sensibilité est réalisée lorsque les deux fils sont pratiquement au contact.

Entre le récepteur et l'oscillateur on dispose un réseau de fils de fer distants de 3 cm et fixés sur un cadre en bois EF de 2 m², qui peut tourner d'angles connus autour d'un axe perpendiculaire à son plan. Un grand écran XY, divisant le laboratoire en deux, est percé en son centre d'une ouverture AB devant laquelle on dispose le réseau EF. La distance de l'oscillateur à l'écran XY a varié de 120 cm à 200 cm; celle du récepteur a été d'environ 230 cm.

Étude du fonctionnement du récepteur. — Dans des expériences antérieures, Merritt a remarqué que, lorsque les fils du réseau sont parallèles à l'oscillateur, position qui ne devrait permettre aucune transmission, la déviation du galvanomètre indique encore un effet notable sur le récepteur, s'élevant au $\frac{1}{5}$ de l'effet maximum obtenu lorsque les fils sont verticaux, position de transmission totale.

Les études faites sur le récepteur ont eu pour but : 1° de rechercher jusqu'à quel point la réponse dépend de la forme et des dimensions de la boucle ainsi que de la position du récepteur; 2° de découvrir la cause de l'effet résiduel que l'on observe lorsque l'écran se trouve dans la position de transmission nulle.

Récepteur disposé verticalement. — Pour éviter les réflexions des ondes on a enlevé du laboratoire et des pièces voisines tous les objets métalliques. L'introduction de l'écran XY a beaucoup diminué l'effet résiduel.

On a fait tourner le réseau de 360° les lectures étant faites de 20° en 20°, avec et sans résonateur. On a représenté sur des courbes les déviations galvanométriques en fonction des angles des fils parallèles du réseau avec la verticale. La courbe A, obtenue avec le résonateur, présente un maximum à 15° de la verticale et un minimum à 100°. La courbe B, sans résonateur, présente quatre maxima pour des positions à 45° de la verticale, comme si la composante verticale de l'onde transmise affectait les fils verticaux du récepteur.

On a également étudié l'influence du montage du récepteur (sans résonateur) en faisant varier la forme et les dimensions de la boucle. Pour connaître l'effet de réponse aux composantes horizontales et verticales, on a utilisé des boucles dans lesquelles les portions horizontales et verticales entrent dans des rapports différents.

Une boucle ayant une longueur horizontale égale à celle du résonateur et une hauteur de 1 cm présente des maxima pour des positions du réseau à 0° et 180° de la verticale; l'adjonction du résonateur est sans influence. La même boucle disposée de façon que la plus grande dimension soit verticale fournit des maxima pour des positions de l'écran à 45° et 135°. Une boucle de 13,8 cm de long et de 8 cm de hauteur fournit des maxima, d'ailleurs très faibles, à 20° et 160°. On peut conclure de ces mesures que les portions horizontales de la boucle fournissent un effet de réponse maximum à 0° et 180°, les portions verticales à 45° et 135°. Dans toute boucle

(1) LOUISE S. MC DOWELL et FRANCES G. WICK, *The Physical Review*, t. VIII, août 1916, p. 133-141.

disposée dans un plan vertical, il y aura des parties horizontales et des parties verticales. Le récepteur répondra donc aux composantes horizontales et aux composantes verticales des ondes reçues, la position des maxima variant avec la forme de la boucle.

Récepteur disposé horizontalement. — Comme, pour l'étude du détecteur, il était bon de pouvoir éliminer toute réponse à la composante verticale, le récepteur tout entier était disposé horizontalement.

L'effet, pour une position du réseau à 90° (position de transmission théoriquement nulle) n'est pas négligeable. Avec le résonateur, l'effet résiduel atteint 15 pour 100 du maximum. On constate également qu'avec le réseau utilisé, les phénomènes de diffraction prennent plus d'importance lorsqu'on emploie le résonateur. Pour supprimer ces effets de diffraction il faut disposer le récepteur entier dans une boîte d'étain; la plus petite ouverture dans l'enveloppe entraîne une déviation du galvanomètre. L'importance de ces effets de diffraction n'est pas surprenante si l'on songe que les longueurs d'onde utilisées sont de l'ordre des longueurs d'ondes sonores, les dimensions de l'ouverture de l'écran XY étant à peine supérieures à une longueur d'onde.

Les courbes obtenues lorsque le récepteur est horizontal présentent un maximum à 0° et 180°, avec ou sans l'emploi du résonateur.

Loi de réponse du détecteur au silicium. — Les expériences précédentes ont permis de connaître la loi de réponse du récepteur pour chaque position du réseau. Comme, seule, la composante de l'onde dirigée à angle droit des fils du réseau peut être transmise, l'amplitude de l'onde transmise varie comme le cosinus de l'angle des fils avec la verticale. Le récepteur ne pouvant répondre qu'aux ondes horizontales, la composante transmise subit, en pénétrant dans le récepteur, une nouvelle réduction qui s'obtient en multipliant son amplitude par le cosinus du même angle. En sorte que l'amplitude efficace, pour le récepteur, est proportionnelle au carré du cosinus de l'angle entre la verticale avec la direction des fils du réseau. Il est à présumer que l'amplitude des oscillations engendrées dans le récepteur, pour différentes positions du réseau, est proportionnelle à l'amplitude de la composante reçue et. par suite, au cosinus carré du même angle.

Les mesures effectuées ont permis de constater que les déviations corrigées du galvanomètre — c'est-à-dire les différences des déviations obtenues avec et sans résonateur — varient comme la quatrième puissance du cosinus de l'angle entre la verticale et les fils du réseau.

L'amplitude des oscillations dans le récepteur étant sans doute proportionnelle au carré du cosinus, on peut conclure de là que le courant redressé, dans le détecteur au silicium, est proportionnel au carré du courant oscillatoire agissant sur le récepteur. Austin [1], dans son étude du détecteur au silicium, aboutit à la conclusion que, pour les courants alternatifs de fréquence habituelle et pour les courants oscillatoires de fréquence 140 000, les courants redressés sont sensiblement proportionnels au carré du courant alternatif. Les recherches des auteurs confirment cette loi pour une fréquence d'environ 3.10^9.

[1] *Bull. Bur. Stand.*, t. V, 1908, p. 133; *La Revue électrique*, t. XXV, 19 mai 1916, p. 309.

Augmentation de la portée des communications téléphoniques au moyen des relais (*Ann. des Postes, Télég. et Téléph.*, juin 1916, p. 199-200). — Dans cet article sont donnés, d'après le *Post Office Electrical Engineers Journal*, d'avril 1916, des renseignements sur deux types de relais qui, dans des essais faits en Angleterre, ont donné des résultats pratiques intéressants: l'un de ces types est mécanique, l'autre est basé sur les propriétés des tubes à vide. — Comme on le sait, les relais mécaniques sont formés par la combinaison d'un récepteur et d'un microphone amplificateur placés en un point intermédiaire de la ligne; le récepteur agit sur la partie mobile du transmetteur, ce dernier étant agencé de façon à augmenter les sons reçus au moyen d'un dispositif convenable. Ce type de relais, dans les meilleures conditions, est capable d'amplifier la parole reçue à un degré équivalent à l'affaiblissement 3; dans la pratique l'amplification est beaucoup moindre; la netteté de la parole est suffisante au point de vue commercial. Plusieurs réalisations de relais mécaniques ont été faites. On a, cependant, éprouvé des difficultés à obtenir des relais fonctionnant dans les deux sens. Dans ce but, deux méthodes principales ont été essayées. La première est basée sur l'équilibrage des lignes de chaque côté des relais; la deuxième comporte l'usage d'un commutateur automatique. Le système à équilibrage rend le fonctionnement du relais beaucoup plus stable, mais l'amplification obtenue est sensiblement plus petite que celle que nous avons donnée plus haut (elle ne dépasse quelquefois pas la moitié) étant donné l'affaiblissement du dispositif servant à l'équilibrage. Si celui-ci n'est pas suffisant, le relais siffle. Le système à commutateur fait que la communication peut être interrompue par les perturbations de la ligne, qui sont capables d'actionner le commutateur; ce système n'est cependant pas sujet à sifflement. A l'heure actuelle, des expériences ont été faites dans le but de vaincre ces difficultés, mais le relais demande encore une attention toute spéciale et n'est pas encore sorti du laboratoire. — L'amplification obtenue par le second type de relais correspond approximativement à celle du précédent; ses avantages et désavantages principaux par rapport au relais mécanique sont les suivants : 1° l'absence d'inertie dans le circuit de conversation, d'où il résulte une articulation meilleure; 2° l'absence de réglage mécanique. Le principal désavantage est la nécessité de se servir de hautes tensions : 200 à 240 volts. L'expérience acquise, à l'heure actuelle, en Angleterre, n'est pas encore suffisante pour pouvoir en faire une critique détaillée. — La conclusion générale, en ce qui concerne la position du relais téléphonique en Angleterre, est que, bien qu'il donne satisfaction sur les lignes aériennes dans des conditions favorables, il ne permet plus l'exploitation dans les cas de mauvais temps, alors que la ligne ne serait pas inutilisable autrement. Dans le cas de circuits souterrains, on rencontre un champ d'action plus favorable, car les circuits sont beaucoup plus stables et moins sujets aux perturbations; on n'a cependant pas actuellement de circuit souterrain d'une longueur suffisante pour l'utilisation de ce systèm

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

MAGNÉTISME TERRESTRE.

Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant les deux premiers trimestres de 1916 (1).

Les relevés des courbes de déclinomètre Mascart, pendant les deux premiers trimestres de 1916, fournissent la répartition suivante des jours perturbés.

On remarque qu'il n'y a eu aucun jour de forte perturbation en février; il y a eu un seul jour en janvier (15′ le 25); mais en mars, il y en a eu 9 (18′ le 25; 19′ le 6; 20′ les 20, 24 et 30; 22′ le 29; 25′ les 8 et 10; et enfin 31′ le 9). Par rapport aux résultats du quatrième trimestre de 1915 (2), il y a diminution de deux dans les jours calmes, de quatre dans l'échelle 2, de trois dans l'échelle 4 et de deux dans l'échelle 5; par contre, il y a augmentation de huit jours dans la cote 2 et de deux jours dans le cote 3 de l'échelle.

(1) Ph. FLAJOLET, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 18 septembre 1916, p. 295 et 23 octobre 1916, p. 462.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXII, 3 avril 1916, p. 519; *Revue électrique*, t. XXV, 2 juin 1916, p. 315.

Il y a eu 3 jours perturbés en avril (15′ le 28; 17′ le 29; 22′ le 25); 2 en juin (17′ le 23; 8′ le 30) et aucun en mai.

Par rapport aux résultats du premier trimestre 1916, il y a le même nombre de jours dans l'échelle 2, puis diminution de quatre dans les échelles 3 et 4, et de un dans l'échelle 5. Par contre, il y a augmentation de six jours dans l'échelle 1, et de trois dans l'échelle 0.

Premier trimestre.

Échelle.		Janv.	Février.	Mars.	Totaux.
0.	Jours parfaitement calmes.	1	2	3	6
1.	Perturbations de 1′ à 3′..	12	9	2	23
2.	» de 3′ à 7′..	12	8	9	29
3.	» de 7′ à 15′..	5	10	8	23
4.	» de 15′ à 30′..	1	0	8	9
5.	» > 30′.......	0	0	1	1

Deuxième trimestre.

Échelle.		Avril.	Mai.	Juin.	Totaux.
0.	Jours parfaitement calmes.	1	3	5	9
1.	Perturbations de 1′ à 3′..	9	11	9	29
2.	» de 3′ à 7′..	7	11	11	29
3.	» de 7′ à 15′..	10	6	3	19
4.	» de 15′ à 30′..	3	0	2	5
5.	» > 30′.......	0	0	0	0

Force électromotrice produite dans un métal en mouvement accéléré; Richard-C. TOLMAN et T. DALE STEWART (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 97-116). — Dans la théorie de la conduction métallique par l'intermédiaire d'électrons libres, on peut prévoir que l'extrémité postérieure d'une tige de métal animée d'un mouvement accéléré s'électrise négativement, par suite du retard des électrons relativement mobiles que renferme le métal, et que la périphérie d'un disque mis en rotation s'électrise aussi négativement grâce à l'action de la force centrifuge sur les électrons du disque. — Dans les électrolytes ces phénomènes sont plus faciles à mettre en évidence que dans les métaux par suite des masses relativement considérables des ions porteurs d'électricité, et ils ont été constatés depuis longtemps. Les recherches systématiques effectuées en particulier par Tolman (TOLMAN, *Proc. Am. Acad.*, t. XLVI, 1910, p. 109; *J. Am. Chem. Soc.*, t. XXXIII, 1911, p. 121) au moyen d'une centrifugeuse puissante sur quatre électrolytes différents (KI, Na I, Li I, HI) ont donné des résultats en parfait accord avec la théorie. — Les premiers essais sur les conducteurs métalliques sont dus à Nichols (NICHOLS, *Physik. Z.*, t. VII, 1906, p. 640); il a utilisé la méthode basée sur la force centrifuge, à l'aide d'un disque d'aluminium muni de balais disposés au centre et sur le pourtour du disque et reliés à un appareil de mesure électrique. En 1913, les auteurs du présent mémoire établirent par la méthode du mouvement accéléré que l'effet dans les métaux, s'il existe, est si faible qu'il suppose une masse de l'électron inférieur à la deux-millième partie de celle de l'atome de l'hydrogène. — Les recherches actuelles reposent également sur l'effet produit par le mouvement accéléré d'un conducteur métallique; une bobine de fil ABC peut être mise en rotation autour de son axe dans un sens quelconque et amenée subitement au repos. Les deux extrémités D et E du fil, amenées au voisinage du centre de la bobine, sont mises en communication par l'intermédiaire d'une bobine compensatrice avec un galvanomètre balistique destiné à mesurer la quantité d'électricité produite par l'arrêt brusque de la bobine mobile ABC. Cette mise en liberté d'électricité tient à ce que, grâce à la quantité de mouvement qu'ils possèdent, les électrons de la bobine en rotation ABC continuent à se déplacer après que le mouvement de rotation a cessé, jusqu'à ce que l'action des forces électriques et des forces mécaniques qui agissent sur eux ait détruit cette quantité de mouvement. — Si l on désigne : par l la longueur du fil enroulé sur la bobine (fil en mouvement), par R la résistance totale du circuit relié au balistique, par m la masse associée à la charge atomique F (= 96 500 coulombs), par v la vitesse tangentielle de la bobine au moment de l'arrêt, par h une constante inconnue, mais sans doute petite vis-à-vis de m, la théorie indique que la quantité d'électricité produite Q est donné par la formule

$$Q = \frac{(m-k)\,vl}{RF}.$$

Les expériences ont permis de vérifier cette formule. Elles fournissent pour $m-k$ une valeur moyenne égale à $\frac{1}{1910}$ de la masse de l'atome d'hydrogène, c'est-à-dire légèrement inférieure à celle qui représente la masse des électrons en mouvement lent dans un espace libre (soit $\frac{1}{1845}$). Elles permettent également d'obtenir quelques renseignements sur le mécanisme de la conduction métallique et sur la nature des électrons libres eux-mêmes : le processus de la conduction serait comparable à un flux d'électrons libres accélérés par un champ électrique, dans la théorie toute récente de J.-J. Thomson, on admet la présence, dans un métal, d'atomes particuliers analogues à des doublets électriques s'orientant parallèlement à la direction du champ électrique.

VARIÉTÉS.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE.

Le salaire moderne et son application.

La France entière n'est plus aujourd'hui qu'un arsenal produisant incessamment un vaste matériel de guerre; la fabrication des armes et des munitions est essentiellement une fabrication à répétition; c'est le prototype de la fabrication dite « en série longue », on peut même dire « en série illimitée ».

De plus les événements montrent que la production de l'Arsenal français a besoin d'être abondant, rapide, de plus en plus rapide; la rapidité dont il est question ne saurait être confondue avec une vaine agitation, ni au grossissement indéfini des effectifs ouvriers, cela s'applique exclusivement aux produits finis; par exemple, en prenant un chiffre absolument quelconque, la production d'obus de 75 étant de 1000 par 24 heures la journée étant prise pour unité de temps, la vitesse de production est dite valoir : 1000; on constate que cette vitesse est insuffisante et qu'il faut la porter à 2000 pour satisfaire aux besoins de l'armée.

Tel est le problème.

Pour le résoudre on dispose d'au moins deux moyens :

1° Augmenter le nombre des ateliers en activité, ateliers anciens, neufs ou à construire; augmenter le nombre des machines-outils; augmenter le nombre des ouvriers en généralisant la méthode des trois équipes de 8 heures, au lieu et place des procédés à deux équipes de 10 ou 11 heures, etc.

2° Augmenter la production de chaque atelier déjà existant, de chaque machine-outil, de chaque ouvrier.

Les deux procédés peuvent être employés séparément ou simultanément, ce qui fait trois combinaisons : (*a*) la première isolément; (*b*) la seconde isolément; (*c*) les deux réunies simultanément; l'ordre d'utilisation de ces trois combinaisons, selon les circonstances, ne doit pas être quelconque : il y a un ordre logique et un ordre illogique. L'accroissement de la vitesse de production au moyen de l'augmentation du nombre des ateliers, des machines-outils, des ouvriers, est aujourd'hui, sauf nécessité démontrée, le dernier procédé à mettre en œuvre. En effet la construction de bâtiments et ateliers neufs, l'achat de machines-outils, immobilisent d'immenses capitaux, ce qui correspond à un affaiblissement financier; l'augmentation du personnel ouvrier enlève aux armées des combattants qui lui seraient cependant nécessaires; enfin l'éloignement du champ de bataille de la totalité de la population métallurgique n'est pas sans présenter quelques inconvénients moraux et sociaux qu'il serait bon de limiter le plus possible.

Néanmoins, au moment de la mise en route des fabrications, fin 1914, on peut admettre que ce procédé était celui qui permettait de remettre les usines en fonction avec la plus grande promptitude.

Aujourd'hui l'accroissement de la vitesse générale de production au moyen de l'augmentation de la production par machine et par unité ouvrière présente au contraire le maximum d'avantages financiers, militaires, techniques et moraux; ce procédé est au moins aussi rapide que celui qui consiste à construire des ateliers nouveaux où seront appliquées des méthodes surannées, et il a l'avantage de préparer efficacement la nation à l'activité industrielle qui demain sera nécessaire.

Si le premier procédé fut indispensable autrefois, il a cessé de l'être; la priorité est maintenant acquise au second; il est logique et naturel de chercher désormais à atteindre la production globale nécessaire en utilisant le matériel mécanique jusqu'à l'extrême limite, et en obtenant également de l'ouvrier mobilisé à l'usine l'effort exigible, qu'il peut et veut donner, mais qui est actuellement brisé par le tarif « aux pièces ». Ce n'est que lorsque la production ainsi comprise atteindra le maximum, et seulement si ce maximum est prévu insuffisant, qu'il y aura lieu de revenir à l'augmentation de l'effectif ouvrier.

Autrement dit il y a lieu de rechercher une production intensive au titre individuel et non plus au titre de la nation prise comme unité industrielle.

L'intensité de la production ainsi comprise, c'est-à-dire par tête, est le propre de ce qu'on a appelé les méthodes de travail américaines, qui comportent généralement l'emploi du salaire moderne. Ce caractère est développé au suprême degré dans la méthode scientifique d'organisation du travail de Taylor.

La méthode de Taylor rendrait aujourd'hui d'immenses services au pays si l'industrie française l'eût connue et appliquée avant la guerre; mais son mécanisme complexe, difficile à mettre en marche pendant la paix, ne paraît pas susceptible d'être appliqué actuellement à la fabrication des armes; il est trop tard pour y songer. Il ne reste donc plus que la première méthode qui repose entièrement sur l'emploi d'une formule du salaire moderne. Cette méthode, qui stimule l'initiative individuelle de chaque ouvrier, est en grande faveur aux États-Unis; connue depuis plus de vingt ans elle n'a fait cependant aucun progrès appréciable en France, malgré sa grande facilité d'application; si elle a pénétré dans quelques grandes usines particulièrement bien dirigées, tels les établissements Michelin, à Clermont-Ferrand, les manufactures françaises d'armes et cycles à Saint-Étienne, elle n'a pas atteint le gros de la nation.

Ces méthodes récentes ont été décrites et chaudement présentées en France par M. Julien Izart (*Mois scientifique et industriel* de mars 1904), par M. Renaud, directeur du même organe, et appuyées de l'autorité morale de M. Yves Guyot, l'éminent économiste qui, dans une courte préface, sut résumer l'ensemble des meilleures raisons qui militent en faveur de la suppression des anciens tarifs « à la journée » et « aux pièces ».

Le système moderne de rémunération du travail,

qu'on a appelé aussi « système à prime » est à peu près inconnu dans la majorité des cas et même, où il est connu, il est souvent incompris et mal jugé; mais attendu qu'il donne de bons résultats aux États-Unis, et qu'en outre il est possible de simplifier l'application de ce système jusqu'au point de pouvoir le substituer, sans aucun délai, aux systèmes actuellement en usage dans les usines à munitions, il est bon d'examiner la question de l'influence du tarif de salaire sur la fabrication du matériel de combat.

Il va sans dire qu'une réforme de ce genre ne peut être bien conduite qu'avec conviction et décision; en aucun cas il ne saurait être question de philosopher, de clarifier, analyser, simplifier les idées jusqu'au point de les rendre accessibles à tout le monde; la guerre serait finie depuis longtemps qu'un tel résultat ne serait pas encore acquis; la vraie démonstration ne peut être qu'une application heureuse.

L'ensemble des quelques 100 000 hommes ou davantage, nous ignorons le chiffre, employés dans les manufactures de l'État à la fabrication des munitions, sont en majorité et peut-être en totalité, depuis août 1914, rémunérés d'après les tarifs « à la journée » et « aux pièces ».

Or ces deux tarifs ont des défauts, graves en temps de paix, qui deviennent extrêmement graves, voire dangereux en temps de guerre. Des deux, celui qui permet d'obtenir la plus grande productivité est, sans contredit, le tarif « à la journée ».

Écoutons ce que dit Taylor à son sujet : « Avec le meilleur système de rémunération (à la journée) si l'on surveille étroitement l'ouvrier, si l'on note soigneusement la quantité de travail produite et le rendement, si l'on relève fortement le salaire de l'ouvrier qui se perfectionne, si l'on congédie tous ceux qui tombent au-dessous d'une certaine moyenne et qu'on les remplace par un nouveau recrutement d'hommes soigneusement choisis, on peut faire disparaître dans une large mesure la flânerie naturelle et la flânerie systématique. Toutefois cela ne peut être réalisé que si les ouvriers sont parfaitement convaincus qu'on n'a pas l'intention d'enchaîner le travail « aux pièces » dans un avenir plus ou moins éloigné. Or de cela il est presque impossible de les persuader lorsque la nature de la besogne est telle qu'ils puissent croire praticable le travail « aux pièces ». Dans la plupart des cas la crainte d'établir un record, dont le patron se servira comme base du futur travail « aux pièces », les incitera à flâner autant qu'ils l'oseront. »

Ainsi entre les mains d'un chef d'atelier, homme de métier comme Taylor, ayant une connaissance complète des détails du travail, capable de prendre de l'ascendant sur ses ouvriers, n'ayant à en diriger qu'un petit nombre qu'il peut surveiller lui-même, énergique, résolu, juste, persévérant, le salaire « à la journée » est le meilleur des tarifs connus, car il permet d'utiliser complètement les facultés intellectuelles, physiques et professionnelles de l'ouvrier et de son chef.

Mais qui ne voit que les propriétés du salaire « à la journée » sont ici purement négatives; ce que dit implicitement Taylor, en effet, c'est que ce type de salaire n'est doué d'aucune propriété particulière capable de faire échec aux qualités personnelles du chef d'industrie qui l'utilise; mais il ne possède intrinséquement aucune qualité capable d'assurer à celui-ci la collaboration volontaire des ouvriers, collaboration qu'il faut obtenir par l'usage de l'autorité; il ne s'oppose pas au développement de l'activité, mais il ne la provoque aucunement; il ne contrarie pas l'œuvre du chef, comme le salaire « aux pièces », mais il ne l'aide pas; c'est un salaire neutre.

On comprend aisément que l'ouvrier n'éprouve aucune velléité d'accélérer de lui-même sa production, attendu qu'il n'en retire aucun bénéfice; il ne se donne tout entier à sa tâche que poussé par la crainte du renvoi et par l'action disciplinaire patronale.

Ainsi entre les mains d'un chef d'industrie actif et énergique, opérant pour son propre compte, conduisant une petite affaire personnelle, le salaire « à la journée » est un bon tarif industriel puisqu'il permet d'exiger toujours davantage pour le même prix; aussi est-ce le salaire préféré de certains patrons.

Mais lorsque la direction appartient à une grosse compagnie, ou mieux à l'État, toutes les conditions nécessaires pour obtenir de bons résultats s'évanouissent. Le système de paiement « à la journée » ne vaut que ce que vaut celui qui l'utilise; et lorsque le chef est un être anonyme, impersonnel, peu zélé, peu actif, peu instruit des choses pratiques, désintéressé, sans concurrent, lorsque pour tout dire le patron est l'État et le chef un fonctionnaire qui dans le client ne voit qu'un sujet, ce qui renverse les rôles, sauf exceptions honorables, le système perd toute valeur et devient franchement mauvais; ou plus exactement, afin d'être juste, n'ayant aucune qualité propre lui confirmant une action stimulante sur l'ouvrier, il vaut ce que vaut l'administration qui peut être, on le sait, la meilleure et la pire des choses.

En supposant simplement celle-ci ni bonne ni mauvaise, le salaire « à la journée » laisse se manifester librement le désir naturel chez la grosse majorité des hommes de réduire l'effort jusqu'au minimum qui peut être toléré par l'employeur, sans provoquer des mesures répressives; ce minimum peut descendre très bas lorsque le chef n'est pas blessé dans son intérêt personnel par le ralentissement de l'activité ouvrière. Aussi ce type de salaire est-il celui préféré par un certain nombre d'ouvriers.

Selon les cas, patrons et ouvriers ont ainsi des préférences, mais sur quelles bonnes raisons sont-elles fondées?

Selon l'expression de M. Yves Guyot, un bon tarif de salaire doit être tel que « l'intérêt de l'ouvrier, loin d'être opposé à la morale professionnelle, soit mis d'accord avec elle »; autrement dit, le salaire doit exercer sur l'ouvrier une action stimulante et le récompenser de ses efforts. Or avec le tarif « à la journée » l'intérêt pécuniaire de l'ouvrier n'existe pas, sauf sous la forme indiquée par Taylor, d'un relèvement de salaire futur dépendant exclusivement de l'arbitraire patronal ou d'une décision qui n'est pas toujours fondée sur la seule appréciation de l'activité ouvrière; elle peut en effet reposer sur des considérations exclusives au métier, ce qui déplaît souverainement à l'ouvrier qui ne voit là qu'une injustice.

L'intérêt n'existant pas, il ne peut donc être mis d'accord avec la probité professionnelle; au contraire le plaisir de flâner, de réserver son effort, est en opposition

avec une application consciencieuse au travail; aussi le plaisir l'emporte souvent sur le souci d'accomplir un devoir monotone qu'aucune récompense ne soutient, ni n'encourage.

Or en général, dans les établissements de l'État, l'augmentation de salaire d'un ouvrier résulte d'une décision ministérielle, annuelle ou bisannuelle; un tel procédé ne convient donc pas pour la guerre.

Au contraire accorder aux directeurs des manufactures, aux divers chefs de service ou d'ateliers, le droit de régler les salaires arbitrairement, attendu que les largesses seraient faites avec les deniers de l'État, et qu'il n'existe pas de responsabilités pécuniaires, ce serait introduire légalement le droit au gaspillage méthodique et savant, scrupuleusement honnête, mais terriblement dispendieux; toutefois nous croyons fermement que le gaspillage serait cependant beaucoup moindre que celui que l'on constate avec le tarif « aux pièces ».

Ainsi donc dans la grosse industrie, comme dans les établissements de l'État, le tarif « à la journée » est absolument incapable de soutenir l'activité ouvrière.

Les pharisiens affirmeront qu'il ne devrait point être besoin de stimulant pour encourager la population ouvrière des usines métallurgiques au travail; le sentiment du devoir et le sentiment patriotique devraient suffire; laissons de côté l'application de cette opinion à l'industrie privée; la réponse serait trop facile. Envisageons simplement l'industrie d'État, où le bénéficiaire de toute augmentation de l'activité ouvrière est la nation elle-même.

Oui sans doute, le sentiment patriotique a suffi au début; mais il est aussi difficile d'être un travailleur assidu, actif, courageux pendant 360 jours de 10 heures par an que d'être héroïque une fois par trimestre; à la longue la monotomie, l'habitude, la lassitude émoussent les plus nobles sentiments; si rien ne les tient éveillés ils s'endorment; et pour les tenir éveillés on ne connaît pas de meilleur gardien que l'intérêt.

En résumé le tarif « à la journée » ne convient pas pour la fabrication des munitions ni dans l'industrie d'État ni dans la grosse industrie privée.

Passons au tarif « aux pièces »: son principe est séduisant; le prix du façonnage d'une pièce étant fixé une fois pour toutes, par contrat, appelé « marchandage » dans l'industrie privée, et « devis » dans les manufactures de l'État, l'ouvrier est payé à proportion de ce qu'il produit.

Donc « loin d'être opposé à la morale professionnelle l'intérêt de l'ouvrier se trouve ici en accord avec elle »; telle est du moins la conclusion théorique des amateurs.

Pratiquement c'est tout à fait le contraire. La raison en est facile à comprendre: avec ce tarif, lorsque l'intérêt et la probité professionnelle sont d'accord en la personne de l'ouvrier, celui-ci se trouve en plein désaccord avec son patron chez lequel l'intérêt et la probité sont alors en opposition. En effet lorsque les ouvriers se donnent tout entiers à leur tâche, la production augmente; le patron jette cette production sur le marché; le prix de vente baisse; le bénéfice du patron diminue et par conséquent, à juste titre, il diminue également le prix de la main-d'œuvre; la réaction commerciale se fait ainsi sentir jusqu'à l'atelier.

Dans les manufactures de l'État, établissements à monopole, qui ne connaissent pas les fluctuations commerciales du prix de vente, la marche des événements est un peu différente, mais le résultat est identique; avec le développement de l'habileté par l'habitude et par le perfectionnment de l'outillage, la production, et également le salaire, augmentent dans de telles proportions que les ouvriers arrivent à percevoir mensuellement des sommes supérieures aux émoluments des chefs d'ateliers, ingénieurs, directeurs de l'usine ou de la manufacture; ce résultat est estimé anormal et, comme ci-dessus, on réduit le prix de l'ouvrage; le motif est différent, mais le résultat est le même.

Écoutons maintenant Taylor.

« C'est avec le système de travail « aux pièces » que l'art de la flânerie systématique atteint son plein développement; lorsque l'ouvrier a vu le prix de la pièce qu'il produit — et ils l'ont tous vu — baisser deux ou trois fois parce qu'il a travaillé plus vite, et augmenté son rendement, il abandonne entièrement l'espoir d'améliorer son salaire et il s'obstine dans la résolution de ne plus subir de réduction de tarif, lorsque la flâmerie peut l'en préserver. La flânerie devient alors une habitude si invétérée que fréquemment les ouvriers s'efforcent de restreindre la production des machines qu'ils conduisent, même alors qu'une forte augmentation de production ne leur donnerait pas plus de travail. »

Tout cela est vrai pour tous les ateliers; mais c'est plus rigoureusement exact dans les grandes usines et dans les établissements de l'État, que partout ailleurs. Aussi sommes-nous profondément convaincu que si les ouvriers des grandes manufactures privées et des usines de l'État eussent tous été maintenus lors de la mobilisation dans leurs ateliers respectifs et si aucune influence extérieure n'était venue bouleverser les habitudes, aucune augmentation de salaire anormale, capable de provoquer une révision du prix n'eut été enregistrée; autrement dit la production par tête serait restée sensiblement aussi faible que ce qu'elle était pendant le temps de paix; à ce point de vue l'absence de mobilisation industrielle a présenté un certain avantage.

Ce n'est pas que les ouvriers de la grosse industrie et des manufactures de l'État soient moins accessibles aux sentiments patriotiques que tous les autres français; mais en général fortement organisés, syndiqués, et tous parfaitement instruits des méfaits du salaire « aux pièces », ils savent qu'une première réduction du prix de l'ouvrage sera suivie d'une seconde, puis d'une troisième, etc.; ils sont donc placés entre leurs devoirs de bons patriotes, qu'ils désirent remplir, et leurs intérêts vitaux qu'ils ne peuvent sacrifier; aussi éprouvent-ils la plus extrême répugnance à s'engager dans une voie qui provoque de telles mesures, dont ils sont seuls à subir les conséquences, mesures qu'ils qualifient de spoliatrices.

Il nous est impossible de les condamner. Mais par suite de l'afflux considérable de la main-d'œuvre étrangère aux us locaux, les habitudes de prudence qui prévalent habituellement furent perdues de vue; les ouvriers mobilisés n'ayant pas à envisager l'avenir, puisqu'ils sont certains de ne pas rester dans les établissements où ils travaillent actuellement, ne sont retenus par aucune des raisons majeures auxquelles obéit le personnel titulaire;



ces ouvriers nouveaux ont profité des larges tarifs anciennement établis, pour augmenter leur salaire; mais cependant ce n'a été que peu à peu, comme à regret et seulement parce que, par défaut de groupement et de discipline, les intérêts particuliers prirent le pas sur ce que les ouvriers considèrent comme leur intrêt de clans.

En aucun cas le tarif « aux pièces » n'a vraiment encouragé les ouvriers à la production, car même ceux qui se laissaient aller à leur désir d'augmenter leur prix de journée, n'ont jamais perdu de vue la révision possible et probable des prix; la crainte de ces faits fut un frein insuffisant pour arrêter complètement l'essor de l'activité, mais elle fut un frein; un tarif moderne aurait transformé cette action retardatrice en une force impulsive; la progression eût été beaucoup plus rapide.

En résumé l'activité individuelle a augmenté le plus doucement qu'il a été possible; nous le savons pour l'avoir vu sur place.

D'ailleurs à cette influence directe du tarif « aux pièces » sur l'ouvrier il n'est pas du tout certain qu'il ne soit venu s'y adjoindre une action indirecte. En effet la productivité actuelle notablement supérieure à celle d'autrefois, quoique encore loin du maximum qu'elle pourrait atteindre. est une véritable critique du passé. Les augmentations exorbitantes du salaire de 200, 300, 500 pour 100 qui en résultent donnent à cette critique un retentissement considérable à l'extérieur des murs de l'usine, parce que la surabondance du salaire des ouvriers métallurgiques réagit sur la vie économique du milieu environnant; les ouvriers largement payés dépensent sans compter et le prix de la vie augmente au grand détriment des travailleurs des autres industries qui n'ont pas été l'objet de pareilles augmentations, au contraire.

L'intervention de l'opinion publique donne à la critique un caractère de blâme auquel tout le personnel dirigeant est extrêmement sensible; quoique les hommes actuels ne soient pour rien dans la marche des événements, l'opinion populaire, toujours simpliste, leur fait supporter la responsabilité de ces faits.

Il est donc probable qu'assez souvent toutes les forces morales hiérarchiques, forces sourdes mais puissantes, se sont entremises de diverses manières pour arrêter la progression des salaires; or arrêter l'augmentation des salaires, c'est également arrêter la progression de la production.

Ainsi donc toutes les influences morales individuelles et collectives se liguent instinctivement, sans qu'il y ait cependant action concertée, pour limiter l'augmentation du rendement.

Mais, on le voit, le vrai, le seul coupable, c'est le tarif « aux pièces », ou tarif proportionnel qui met en conflit la morale professionnelle avec l'intérêt des travailleurs et l'amour-propre de leurs chefs.

Le remède est donc la suppression de celui-ci et son remplacement par un tarif qui ne soit, ni le tarif « à la journée », ni le tarif « proportionnel », mais un tarif participant des avantages des deux systèmes, tout en éliminant leurs inconvénients, fâcheux en temps de paix, inadmissibles en temps de guerre; cette double condition est remplie par quelques-uns des tarifs modernes connus et par de très nombreux autres tarifs nouveaux dont nous avons publié ailleurs la règle générale de formation (*Génie civil* du 11 mars 1916).

On peut concevoir le salaire moderne, le plus apte à favoriser la production du matériel de guerre, comme composé de deux parties : l'une fixe; c'est le salaire « de journée » normal, variable d'un ouvrier à l'autre selon la profession et l'habileté personnelle de celui-ci. Cette quantité fixe donne à l'ouvrier la sensation de sécurité qui lui plaît dans le salaire « à la journée ».

A cette somme fixe s'ajoute un supplément variable, qui augmente sans cesse en même temps que la production, sans cependant jamais pouvoir dépasser une certaine limite, que l'ouvrier n'envisage d'ailleurs pas comme lui étant due; on peut admettre, par exemple, que le salaire normal peut à la limite être doublé, triplé, quadruplé, etc.; ce supplément de salaire qui augmente avec la production, mais non pas proportionnellement avec elle, constitue la juste récompense de l'activité de l'ouvrier; cette bonification donne au salaire de base le stimulant qui manque au salaire fixe, indépendant de l'effort du travailleur. Cette prime doit varier d'une façon telle qu'à chaque instant l'ouvrier ait un intérêt véritable à perfectionner son habileté, à réfléchir sur son outillage, à éviter toute perte de temps; elle doit permettre à l'homme ardent au travail de dépenser toute son activité, sans que cependant il ne soit jamais exposé — il est nécessaire qu'il soit profondément et définitivement convaincu de cela — à voir modifier les bases du contrat de salaire à son détriment; le salaire moderne permet d'obtenir ce résultat.

L'augmentation proportionnelle du tarif « aux pièces » n'est pas nécessaire pour encourager l'ouvrier au travail; l'action stimulante de ce tarif s'exerce d'une façon puissante pour de faibles augmentations de 10, 15, 20 pour 100, ou 50 pour 100 au maximum; elle est ensuite détruite par la peur de la révision du marchandage.

L'excès en tout est un défaut; et c'est l'excès même de la propriété stimulatrice qui au bout de peu de temps fait naître des résultats contraires à ceux prévus; la dose du *stimulus* est trop forte.

Une observation de M. H. Le Chatelier montre clairement que l'effet stimulant de l'attrait du gain n'a pas besoin de la proportionnalité exacte pour agir activement.

« On est stupéfait, dit-il, de voir la somme de travail fournie par des cultivateurs, petits propriétaires, lorsqu'ils sont certains de n'avoir à partager avec personne le prix de leur labeur. » Or le rendement de la terre n'est, au-dessus d'une certaine limite, aucunement proportionnel au labeur du paysan.

Peu importe ! l'homme des champs est certain qu'en multipliant ses efforts son bénéfice augmentera; il est certain aussi que nul patron ne réduira arbitrairement son bénéfice; ces deux certitudes suffisent à l'encourager à faire toujours davantage et plus vite.

Le tréfonds humain de l'âme de l'ouvrier urbain ne diffère pas de celui de l'homme de la campagne. L'ouvrier réserve son effort avec le tarif « à la journée » parce que son excédent de labeur n'est profitable qu'à autrui. Il fait un effort avec le tarif « aux pièces », mais seulement jusqu'à lalimite qu'il sait ne pas être dangereuse, puis il s'arrête; la crainte d'avoir à partager le prix de son la-

beur, par le moyen d'un abaissement du prix de l'ouvrage, avec son employeur, paralyse chez lui toute velléité de faire mieux et plus vite; la peur de la rupture du contrat, rupture qu'il sait inévitable, est chez lui plus forte que l'amour d'un gain provisoire.

On est obligé de reconnaître que ces sentiments sont profondément naturels; les reprocher à la classe ouvrière est le fait soit d'une profonde ignorance des choses du travail, soit d'une hypocrisie vraiment trop bourgeoise.

Le contrat de travail « aux pièces » est un contrat de caractère essentiellement provisoire parce qu'il porte en lui-même le germe de sa rupture; il est toujours exposé pour de multiples raisons, les unes bonnes les autres mauvaises, à une subite révision; l'ouvrier, par son expérience et celle de ses pères, le sait; c'est pour cela qu'il lui refuse sa confiance.

Le progrès à réaliser est donc de remplacer ce contrat de caractère provisoire par un contrat possédant au contraire un caractère de longue durée, et si possible un caractère perpétuel, en donnant à ce mot le seul sens admissible dans les choses du travail, c'est-à-dire le sens de durée indéfinie.

La chose est possible; la théorie du salaire moderne donne à ce problème un nombre illimité de solutions.

Prenons le cas d'un ouvrier faisant toujours une même pièce, bien déterminée, à raison de 10 pièces par journée de 10 heures, à 1 fr la pièce; il gagne donc 10 fr par jour. Si, donnant libre cours à son activité, il fait, 20, 30, 50 pièces par jour, en raison soit du perfectionnement de son habileté, soit de l'amélioration de l'outillage, ou pour toute autre raison, et si son salaire tout en augmentant sans cesse tend vers une limite déterminée, le double ou le triple de son salaire normal, on voit aisément que le prix de revient de la pièce, primitivement de 1 fr, baisse indéfiniment; cet abaissement du prix satisfait aux obligations commerciales qui obligent le patron à vendre à un prix d'autant plus bas que ses usines produisent davantage.

De cette manière, en même temps que le bénéfice patronal se maintient au chiffre d'autrefois, ou même grandit, le salaire de l'ouvrier augmente en même temps que l'abaissement du prix de vente permet l'écoulement

Supposons que par l'effet de la concurrence la vente devienne difficile; avec le tarif « aux pièces », la « flexion du marchandage », c'est-à-dire l'abaissement du prix de l'ouvrage ou l'abandon de la fabrication sont les deux seules mesures que l'on puisse envisager.

Avec le tarif moderne, à valeur supérieure limitée, il n'en est plus ainsi; pour ouvrir de nouveau le marché il suffira au patron de remplacer les anciennes machines-outils par des machines récentes travaillant plus vite, et à l'ouvrier de perfectionner son habileté pour que, des actions conjointes du capitaliste et du prolétaire, par l'effet de l'augmentation de vitesse, le prix de revient diminue encore; le marché, précédemment fermé, sera de nouveau ouvert à l'écoulement; le patron, sans avoir rompu le contrat, verra son bénéfice augmenter, l'ouvrier son salaire croître, et le public, le prix diminuer; la société entière, dans tous ses éléments, y trouve son avantage.

Pour les objets de fabrication industrielle, c'est-à-dire de débouché que l'abaissement du prix de vente peut rendre illimité, on n'aperçoit pas non plus de limite à l'action des effets ci-dessus, propres au salaire moderne.

Dans le cas de l'industrie d'État, et spécialement dans le cas de la fabrication des armes et des munitions, les effets commerciaux disparaissent; mais la seule existence d'une valeur limite du salaire, qui en aucun cas ne saurait être dépassée, ni par conséquent ne saurait devenir dangereuse pour l'ouvrier, assure la perpétuité du contrat.

La sécurité que lui refuse le tarif « aux pièces », lui étant acquise par le moyen du salaire moderne, rien n'empêchera dès lors l'ouvrier de dépenser toutes ses forces sans crainte et sans arrière-pensée, au profit de la défense nationale.

F. Bayle, ingénieur.

Les matières premières électrotechniques en Allemagne.

La Société des installateurs suisses a, comme de coutume, envoyé des délégués à la réunion annuelle de l'Union des Sociétés d'installateurs allemandes qui eut lieu à Francfort-sur-le-Mein en juin dernier. Le rapport de ces délégués a été publié récemment dans l'*Elektro-industrie*, journal électrotechnique publié en Suisse, mais tout à fait sympathique aux empires centraux; ce rapport est suivi de quelques remarques que nous croyons devoir signaler.

La première de ces remarques est relative à la pénurie du cuivre. Un des moyens employés pour pallier les conséquences de cette pénurie est, comme on le sait, la réquisition de tous les ustensiles de cuisine en cuivre et le remplacement du cuivre par du fer ou du zinc pour la fabrication des conducteurs d'appareils électriques. Les délégués estiment que la réquisition des objets de cuisine a déjà fourni de 300000 à 400000 tonnes de cuivre et que cette quantité suffira pour deux ou trois années de guerre, même en ne tenant pas compte de la production des mines d'Allemagne et de Serbie. Quant au cuivre des canalisations électriques existant avant la guerre, il n'a été jusqu'ici que peu employé, toutefois on a envisagé l'éventualité de la réquisition des conducteurs ayant une section supérieure à 50 mm². Les délégués ajoutent que, lors de la visite d'un établissement électrotechnique « connu du monde entier », ils ont été à même de constater la présence de très importants stocks de cuivre, en planches, en barres, en tuyaux qui, quoique réquisitionnés, n'ont pas encore été enlevés [1].

---

[1] Il convient d'ajouter que, malgré le blocus, l'Allemagne tire des pays neutres qui l'environnent des quantités de cuivre qui ne sont pas négligeables par l'application du système des compensations d'après lequel aucun objet contenant du cuivre ou des alliages de cuivre ne peut être exporté d'Allemagne en pays neutre que si l'acheteur livre une quantité de cuivre dépassant de 30 pour 100 celle qui se trouve dans l'objet exporté. Cette majoration de l'importation sur l'exportation est d'ailleurs en pratique plus considérable soit parce que la douane allemande estime le poids du cuivre exporté plus grand qu'il n'est en réalité, soit à cause de la conni-

Le zinc est couramment employé maintenant pour la confection des cordons souples pour installations intérieures.

L'aluminium, bien que réquisitionné, ne manque pas. La Suisse en exporte 80 pour 100 de sa production [1]; d'autre part l'usine de Bitterfeld emploie une bonne partie des 140 000 ch dont elle dispose à la fabrication de ce métal; enfin on aurait trouvé un métal ou un alliage ayant l'aspect de l'aluminium, mais supérieur au point de vue mécanique et qu'on utilise pour la fabrication des dirigeables.

On aurait également trouvé un alliage antifriction pour paliers dans lequel n'entre aucun métal provenant de l'étranger et qui, paraît-il, se comporterait très bien. Aussi les délégués suisses croient-ils devoir conclure que, « ainsi qu'on le voit, l'industrie allemande se passe facilement de cuivre ». Ils ajoutent : « Tout en étant reconnaissants de la bonne volonté que l'Entente nous montre constamment d'une manière si noble, nous considérons que le blocus complet direct et indirect est militairement sans effet. »

Ils doivent toutefois reconnaître que le caoutchouc fait absolument défaut et constatent que l'on n'espère plus que sur les sous-marins commerciaux (?) pour tirer des États-Unis cette rarissime matière première de l'industrie électrique.

Les autres remarques sont relatives à l'avenir de l'industrie allemande, au défaut de main-d'œuvre et à la pénurie de denrées alimentaires. D'après les délégués suisses, on est convaincu en Allemagne que l'industrie allemande ne tardera pas à reprendre après la guerre une place prépondérante grâce à une organisation commerciale appropriée : on exporterait seulement le surplus de la production qui ne peut être vendue en Allemagne même et cela à des prix très bas ne couvrant que les dépenses effectives résultant de ce surplus, les prix de vente à l'intérieur couvrant les autres dépenses et les bénéfices. Quant au défaut de main-d'œuvre industrielle qui se manifeste actuellement, on y a en grande partie remédié en utilisant les prisonniers de guerre, particulièrement les prisonniers français qui semblent plus aptes aux besognes industrielles. La pénurie des denrées alimentaires ne s'est pas manifestée aux délégués suisses dans les hôtels où ils sont descendus; ils ont cependant constaté que dans les familles bourgeoises les vivres bien que suffisants, sont comptés strictement et que pour la population ouvrière il a fallu créer des restaurants populaires et des cuisines roulantes; mais ces palliatifs leur paraissaient permettre d'attendre la prochaine récolte que l'on escomptait comme devant être excellente.

On voit que malgré quelques réserves le tableau est plutôt optimiste. Mais il ne faut pas oublier que le journal où il est publié ne se cache pas d'être germanophile et que, d'autre part, invités par leurs confrères allemands, les délégués suisses ne pouvaient que s'abstenir ou chercher à être agréables à leurs hôtes.

---

vence de l'acheteur, qui accepte des machines dont toutes les pièces en cuivre sont remplacées par des pièces d'une matière quelconque à laquelle une couche de dorure donne l'apparence du cuivre. La Chambre de commerce de Genève qui récemment signalait cette fraude ajoutait qu'il y a actuellement en Suisse tout un stock de machines ainsi truquées qui devront attendre la fin de la guerre pour pouvoir être mises en état de servir. (N. de la R.)

[1] La majeure partie de l'aluminium exporté provient de l'usine de Neuhausen qui, depuis le début de la guerre, livre la presque totalité de sa production aux empires centraux qui lui fournissent les matières premières. Dans son rapport à la dernière assemblée générale, l'administration de cette société, après avoir signalé ce fait, ajoutait : « Il aurait été possible de procéder de la même façon avec la France, et nous lui avons fait des propositions dans ce sens, mais elle les a repoussées probablement sous l'influence de nos concurrents français. » Cette administration déclare en outre que, quoiqu'on prétende le contraire en France, la société est purement suisse et non une société allemande déguisée, la majorité des actions se trouvant entre des mains suisses. Le Gouvernement français doit savoir à quoi s'en tenir sur l'exactitude de cette assertion que nous ne signalons qu'à titre documentaire. (N. de la R.)

L'électrochimie et les Allemands (*Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er septembre 1916, p. 18-19) — L'auteur examine à quoi se réduit le rôle de l'Allemagne dans le domaine de l'électrochimie à seule fin de montrer que « rien ne justifie l'incommensurable orgueil des pédants d'Outre-Rhin ». Les découvertes n'y procèdent pas par des éclairs de génie, mais par un travail méthodique et presque machinal ne demandant pas une grande dépense d'intelligence. Quand le génie latin a essaimé des idées nouvelles, celles-ci sont soumises à un démarquage, à un maquillage qui permet de prendre des brevets au nom des laboratoires allemands. — Pour se défendre, il faudrait que nos indutriels s'entendissent au lieu de se critiquer ou de se jalouser. L'auteur avait proposé autrefois de fonder une Société Berthelot-Moissan qui eût grandi sous l'égide de ces deux grands maîtres de l'électrochimie et eût pris l'autorité nécessaire pour faire connaître au monde la part prépondérante de la France dans le domaine de l'électrochimie. Au lieu de cela nous laissons dire que l'Allemagne est à la tête de cette industrie « parce que Borchers a écrit des volumes sur ce sujet, que son laboratoire d'Aix-la-Chapelle est une merveille et que ses élèves ont inondé la presse technique de leurs lourdes compilations ». — Faisant ensuite un parallèle entre les buts humanitaires de la science française et les buts militaires des savants allemands, l'auteur ajoute : « Oui, les Ostwald et autres savants germaniques ont prostitué la science à des œuvres de mort, au lieu de la consacrer comme nous à l'épanouissement des œuvres de vie. Ils lui ont fait produire les pastilles incendiaires, les gaz asphyxiants, les liquides enflammés et autres sataniques combinaisons. Et cette prostitution de la science sera la honte éternelle des intellectuels allemands, la tache de Macbeth qu'ils transmettront à tous leurs descendants. Quant à nous qui les avons fréquentés, subis toujours et parfois estimés, nous ne leur pardonnerons jamais de nous avoir trompés à ce point et nous proclamerons toujours que la fameuse science allemande n'est que le masque moderne de la plus honteuse barbarie puisqu'elle ne vise qu'à donner des armes nouvelles au militarisme prussien. »



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société d'éclairage et de force par l'électricité de Paris. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1916, nous extrayons ce qui suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1915.

Actif.

	fr
Immeubles	300 000 »
Usine de Saint-Ouen	1 417 886,89
Réseaux banlieue	11 311 276,87
Cautionnements	14 194,90
Mobilier	1 »
Magasins	531 102,07
Comptes courants chez les banquiers de la Société	2 374 180,80
Comptes courants des abonnés	671 420,13
Portefeuille	9 941 170,45
Débiteurs divers	1 616 050,40
Caisse	8 533,27
Total	28 185 816,78

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve statutaire	1 000 000 »
Compte d'amortissement	8 373 732,76
Compte « Vente de Titres »	5 017 691,90
Créditeurs divers	2 114 575,12
Avances sur consommation des abonnés	400 699,99
Restant à payer sur dividendes des exercices antérieurs	26 863,31
Profits et Pertes	1 252 253,70
Total	28 185 816,78

RÉSULTATS DE L'EXERCICE.

	fr
Les recettes nettes de notre exploitation de banlieue se sont élevées à	360 315,65
dont il y a lieu de déduire pour annuité d'amortissement	186 386,05
Le bénéfice d'exploitation de la banlieue est donc de	173 929,60
auquel viennent s'ajouter les soldes bénéficiaires du compte « Liquidation Paris »	95 739,93
et du compte « Intérêts, Dividendes et Revenus divers »	345 594,55
Total	615 264,08
Moins les frais généraux	142 196,89
Le bénéfice de l'exercice ressort ainsi à	473 067,19
Le report de l'exercice 1914 étant de	779 186,51
le solde disponible du compte de Profits et Pertes au 31 décembre 1915 s'élève à	1 252 253,70

L'Assemblée générale après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des Commissaires, a approuvé les comptes de l'exercice 1915, le bilan au 31 décembre 1915, ainsi que les conclusions du rapport du Conseil.

L'Assemblée générale a décidé de reporter à l'exercice en cours le solde bénéficiaire du compte de Profits et Pertes se montant à 1 252 253,70 fr.

INFORMATIONS DIVERSES.

Le four électrique et la guerre (*Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 15 août 1916, p. 5-6). — La guerre a eu pour conséquence d'augmenter d'une centaine le nombre des fours électriques installés dans le monde entier, portant ce nombre à plus de 300. Les Etats-Unis comptent actuellement une centaine de fours, alors qu'ils n'en possédaient qu'une vingtaine en 1913. La France n'a pas beaucoup augmenté le nombre de ces appareils, mais ceux qui existaient auparavant ont travaillé à leur maximum. L'Allemagne n'a procédé également qu'à quelques nouvelles installations, mais a profité davantage de ses anciennes unités, réalisant en 1915 une production de 130 000 tonnes d'acier électrique contre 90 000 tonnes en 1914. L'Italie a multiplié les fours électriques à Bergame (usines Dalmine), Darfo (Ferrierie di Voltri), Brescia (Franchi-Griffin), Turin (Riunite), etc. — Le four français Froges-Héroult occupe de beaucoup la première place dans le monde, car il entre pour plus du tiers dans le nombre total des unités existantes. Viennent ensuite les fours Girod installés un peu partout, Grœnwall répandus en Angleterre, Keller en France et pays divers, Rennerfelt en Suède, Rœchling-Rodenhauser localisés en Allemagne, Stassano, Chaplet, Snyder, fixés plutôt en Amérique. Les fours français occupent la moitié du champ d'application des fours électriques à travers le monde. — Les 15 fours installés à Sheffield en 1915 sont tous du type Héroult, de 3 à 10 tonnes de capacité, à charge froide de riblons, en vue de faire des moulages, aciers à outils et du matériel de guerre. Il y en a 4 chez Hadfield à Ecla Works, 3 chez Edgar Allen, 2 chez Firth et Co. Bref, toute la fleur de la métallurgie de Sheffield a adopté le four français et tous ces appareils marchent sur des centrales électriques. Un autre fait très intéressant sur lequel nous reviendrons est l'installation d'un four Héroult à Middlesbrough au cœur même du pays des aciers marchands ordinaires. — Comme fortes capacités, notons le four Héroult de 30 tonnes à Dortmund (non encore mis en service actif), les deux fours de 20 tonnes de l'Illinois Steel Co, à South-Chicago et les deux fours à induction de 20 tonnes que l'American Iron and Steel Co, de Labanon, Pa, allumera cette année. — Les fours nouveaux qui se sont rapidement répandus ces dernières années sont ceux de Rennerfelt, en Suède, de Snyder, aux Etats-Unis et de Grœnwall en Angleterre. Les types dominants dans les différents pays sont : En Amérique, le four Héroult qui constitue plus de la moitié du nombre total d'appareils employés; en Angleterre, le four Héroult, puis celui de Grœnwall; en Allemagne, les fours Héroult et à induction; en Suède, le four Rennerfelt qui règne en maître; en France, les fours Héroult, Girod, Keller, Chaplet, etc ; en Autriche, le four Héroult; en Pologne, le four Nathusius; en Italie, les fours Stassano et Keller.



Tome XXVI. **N° 311. — 1er décembre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Beaucoup de nos lecteurs n'ignoraient pas que depuis près de deux ans des tentatives étaient faites par l'un de nos plus éminents électriciens pour rapprocher et fondre les deux principaux organes de la presse électrotechnique française : *La Revue électrique* et *La Lumière électrique*. Comme l'indique le papillon encarté dans ce numéro, cette union est aujourd'hui accomplie et à partir de janvier prochain la **Revue générale de l'Électricité** remplacera l'une et l'autre publication.

Nous attendrons le prochain numéro pour rappeler ici les étapes parcourues par *La Revue électrique* depuis sa fondation en 1904. Pour l'instant, disons seulement que la *Revue générale de l'Électricité* conservera dans ses grandes lignes les traditions de *La Revue électrique*, celle-ci se trouvant représentée dans la nouvelle revue et par son éditeur, M. Gauthier-Villars, qui fait partie du Conseil d'administration de la Société éditrice, et par nous-même à qui cette Société a bien voulu confier les fonctions de directeur technique. Nous espérons donc retrouver tous les lecteurs de *La Revue électrique* parmi les lecteurs de la *Revue générale de l'Électricité*.

***

Construire un rotor dont le poids atteint 30 t et dont la vitesse périphérique s'élève à 120 m : sec présente de sérieuses difficultés par suite des exigences, souvent opposées, de la solidité mécanique et d'un bon rendement électrique. M. A. B. Field, qui eut souvent l'occasion de solutionner pratiquement ce problème délicat, a, dans une communication présentée à l'Institution of Electrical Engineers sous le titre : **Quelques difficultés de la construction des génératrices à grande vitesse**, montré comment il l'a résolu. On trouvera, pages 327 à 332, une analyse de cette communication.

Depuis longtemps on s'est préoccupé de remédier aux risques d'incendie qu'engendrent les grandes masses d'huile accumulées dans les enveloppes des transformateurs et interrupteurs modernes, en remplaçant l'huile par un autre liquide incombustible. Parmi ces derniers, le tétrachlorure de carbone se recommande tout particulièrement, tant par ses qualités isolantes que par son prix de revient relativement peu élevé. Aussi son emploi était-il préconisé dès 1908 par un ingénieur français, M. Peyrusson. Mais, ainsi qu'il arrive trop souvent en France, aucun essai méthodique ne fut tenté pour s'assurer de la possibilité pratique de cet emploi et c'est en Allemagne que furent exécutés ces essais.

Les résultats de ces essais sont résumés, pages 333 et 334, sous le titre : **L'emploi du tétrachlorure de carbone comme succédané de l'huile dans les interrupteurs à haute tension.** Comme on le verra, ces résultats ne sont pas assez satisfaisants pour qu'on puisse envisager la possibilité du remplacement pur et simple de l'huile par le tétrachlorure de carbone : il faudrait pour cela modifier la construction actuelle des interrupteurs. Mais ces résultats n'en ont pas moins une conséquence pratique intéressante : c'est que sans rien changer à cette construc-

tion il est possible d'atténuer les risques d'incendie dans les usines génératrices d'électricité en se servant d'un mélange d'huile et de tétrachlorure de carbone dans une proportion d'environ 3 volumes du premier liquide pour 1 volume du second.

Dans le domaine de la traction, la lutte entre le courant continu et le courant alternatif se poursuit en passant par les mêmes phases que celles qui ont marqué une lutte analogue dans le domaine de la transmission et de la distribution d'énergie. Après avoir régné en maître incontesté tant que la longueur des lignes de traction à équiper était faible, le courant continu a dû céder la place aux courants alternatifs dès qu'il s'est agi de l'équipement des longues lignes à trafic intense. Ce furent d'abord les courants triphasés qui, appliqués avec succès sur les lignes de l'État italien, parurent l'emporter. La complication de l'appareillage qu'ils exigent aux traversées de voies et dans les gares, leur fit ensuite préférer le courant alternatif simple dont les applications sont aujourd'hui nombreuses aussi bien en Europe qu'aux États-Unis. Dans ce dernier pays il semble que l'on tende à revenir au courant continu, mais en l'employant sous une tension notablement supérieure aux tensions de 600 à 700 volts ordinairement utilisées jusqu'ici. Tout récemment le Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railway a mis en exploitation une longueur de 360 km de lignes équipées électriquement par la General Electric Co avec un matériel à courant continu fonctionnant sous 3000 volts et bientôt cette longueur sera portée à 710 km. D'autre part la Westinghouse Electric and Manufacturing Co s'est préoccupée d'élever encore la tension d'emploi du courant continu et a fait, d'accord avec la Michigan United Traction Co, des **essais de traction par courant continu à 5000 volts**, essais dont la description est donnée pages 335 à 337 par M. L. Pahin.

Le repérage des projectiles par la radioscopie et la radiographie a déjà donné lieu à de très nombreux travaux dont la plupart ont été décrits ou signalés dans ces colonnes [1]. Dans ce numéro, M. F. Lahousse décrit, pages 339 à 342, **un stéréoscope permettant la détermination numérique des distances** qui permet un nouveau moyen pratique de faire ce repérage avec précision.

[1] Voir en particulier l'article intitulé l'*Application de la radiographie et de la radioscopie au traitement des blessés de guerre* (*La Revue électrique*, t. XXV, 17 mars 1916, p. 183-190), où sont signalés quelques-uns de ces travaux et où sont donnés les renseignements bibliographiques concernant les travaux antérieurement publiés.

Le **tube Coolidge**, que nous avons eu l'occasion de signaler lors de son apparition sur le marché français, est aujourd'hui fort employé en radiographie en raison de ses qualités et de la facilité de son réglage. Les conditions optima de son fonctionnement restaient toutefois peu connues faute d'une étude systématique et scientifique de ce fonctionnement. Cette étude a été faite récemment au laboratoire de radiologie du Val-de-Grâce par MM. M. Boll et L. Mallet; on en trouvera les résultats pages 342 et 343. Ces résultats confirment la stabilité et la souplesse du fonctionnement de ce tube ainsi que la possibilité de son emploi à la radiographie instantanée.

La question **Le salaire moderne et son application** a déjà été l'objet d'un article de M. Bayle publié dans le précédent numéro. Dans ce premier article, l'auteur examinait les divers tarifs en usage actuellement dans l'industrie française et concluait que l'intensification donnée à la fabrication des munitions de guerre montrait trop nettement les graves inconvénients de ces systèmes pour qu'il ne soit pas indispensable d'y substituer à bref délai un système de salaires basé sur les idées émises par Taylor, système caractérisé par une partie fixe, réglée par le contrat d'embauchage, et une partie mobile et variable suivant l'activité de l'ouvrier.

Un tel système comporte nécessairement des modalités très diverses. Mais toutes ces modalités peuvent facilement se traduire sous forme algébrique. C'est ce que montre M. Bayle dans l'article publié pages 343 à 347 de ce numéro.

A la question des salaires se rattache intimement celle de l'outillage. Jusqu'ici les industriels français avaient coutume de se le procurer à l'étranger : en Angleterre d'abord, aux Etats-Unis ensuite, enfin en Allemagne qui avait consacré à la fabrication de l'outillage plus d'un milliard alors que la valeur des établissements français adonnés à cette fabrication n'était que de 30 à 40 millions de francs.

Cette situation, dont nous avons durement senti les tristes conséquences, pourra-t-elle être modifiée? C'est ce qu'examine M. A. Arnodin dans un remarquable rapport à la Chambre de Commerce d'Orléans **sur la fabrication de l'outillage mécanique en France**, que nous reproduisons pages 347 à 350. On y lira que la chose est possible, mais que la réalisation exigera des efforts soutenus de la part des particuliers et de l'Etat.

J. Blondin.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du) ; Syndicat professionnel des usines d'electricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire. — Décret du 21 novembre 1916 relatif à la distribution d'énergie aux établissements travaillant pour la défense nationale, p. 352.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire : Avis, p. 323. — Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 323. — Service de placement, p. 323. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat des Industries électriques, p. 323.

Avis.

L'Association nationale d'Expansion économique nous avise, par sa circulaire n° 12 *bis* du 15 septembre, qu'elle propose un projet de voyage commercial en Italie.

Parmi les industries offrant un débouché intéressant pour le moment, l'Association signale : *Le matériel électrique, lampes, commutateurs.*

Ceux de nos adhérents que la question intéresse trouveront des indications complémentaires au siège de l'Association, 8, place de la Bourse, auprès de M. Servant, chargé de l'organisation de ce voyage.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Legislation et réglementation. — Décret du 21 novembre 1916 relatif à la distribution d'énergie aux établissements travaillant pour la défense nationale, p. 352.

Chronique financière et commerciale. — Offres et demandes d'emplois, p. xxv.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

Vingt-troisième Bulletin bimensuel de 1916.

Sommaire. — Procès-verbal de la Chambre syndicale du 25 septembre 1916, p. 324. — Bibliographie, p. 326. — Compte rendu bibliographique, p. 326. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 326.



Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 25 septembre 1916.

Présents : MM. Brylinski, F. Meyer et Eschwège, présidents d'honneur; Bizet, président; Berthelot, président désigné; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, trésorier; Legouez, Nivard, membres; M. Péridier suppléant M. Mariage.

Absents excusés : MM. Cahen et Javal, vice-présidents.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nécrologie. — M. le Président a le regret de faire part de la mort de M. Lemasle, membre actif du Syndicat, décédé des suites d'une maladie contractée pendant son service militaire, et de M. Fouché, membre correspondant. Les condoléances du Syndicat ont été exprimées aux familles de nos collègues.

Promotions. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des promotions suivantes :

M. de Tavernier a été promu officier de la Légion d'honneur; M. Tainturier a été promu chef d'escadron; MM. Boutan et de la Ville le Roux ont été nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

Correspondance. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. le commandeur Rubini. Cette lettre intéresse le Syndicat professionnel des Industries électriques auquel elle sera transmise.

Nomination du Bureau. — M. Berthelot ayant été choisi comme président désigné, la Chambre syndicale nomme pour le remplacer comme vice-président pour deux ans, M. Adolphe Baux.

M. le Président indique que MM. Cahen et Javal, vice-présidents, sont sortants cette année et rééligibles. La Chambre syndicale réélit MM. Cahen et Javal, vice-présidents pour deux ans.

M. Beauvois-Devaux est réélu trésorier et M. Fontaine secrétaire général.

Admissions. — M. le Président fait part des propositions d'admission et des adhésions.

Augmentation du prix de vente du gaz. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Petsche, du 28 août 1916, relative à la circulaire que les préfets envoient aux maires selon les instructions de M. Malvy, Ministre de l'Intérieur.

La circulaire envoyée à ce sujet aux usines adhérentes est approuvée.

Augmentation du prix de vente du courant électrique. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale d'une lettre de M. le Ministre de la Guerre d'août 1916, relative au prix de vente du courant électrique. Cette circulaire, conforme à l'arrêt du Conseil d'État dans l'affaire de Bordeaux, sera envoyée aux usines adhérentes.

Dommages de guerre. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport fait, au nom de la Commission des dommages de guerre chargée d'examiner le projet et les propositions de loi sur la réparation des dommages causés par les faits de la guerre, par M. Desplas.

M. F. Meyer est prié de vouloir bien continuer à suivre cette question.

Office des charbons. — Il est donné connaissance du procès-verbal de la réunion des adhérents de l'Office des charbons, tenue le 14 septembre 1916, dans laquelle a été examinée la question de l'achat en commun du charbon.

La question est posée à la Chambre syndicale de savoir si le projet de loi relatif à la péréquation sur les charbons domestiques doit faire l'objet d'une démarche auprès des Pouvoirs publics.

Sur la proposition de M. Nivard, il est décidé que le Syndicat professionnel des Usines d'électricité interviendra dans la question au même titre que les Compagnies de chemins de fer qui se trouvent dans les mêmes conditions que nos adhérents, c'est-à-dire menacées par ce projet de loi d'une augmentation de charges sans qu'elles puissent trouver une contre-partie dans le prix de vente.

Une démarche sera faite auprès de M. Sartiaux pour coordonner l'action de notre Syndicat avec celle des réseaux des Compagnies de chemins de fer.

La situation générale des approvisionnements en charbon est exposée; il en résulte que les approvisionnements deviennent de plus en plus difficiles et que les stocks ont une tendance à diminuer sensiblement malgré les efforts faits auprès des Pouvoirs publics pour obtenir un concours qui devient de plus en plus nécessaire.

Proposition de loi relative aux usines hydrauliques. — M. le Président dépose sur le bureau la proposition de loi relative aux usines hydrauliques, présentée par MM. Margaine et ses collègues. La Chambre syndicale se mettra d'accord à ce sujet avec la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Proposition de loi tendant a la résolution facultative pour les communes des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice. — Cette proposition de loi sera examinée par le Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité auquel la Chambre syndicale fera parvenir ses observations.

Circulaires envoyées aux adhérents. — M. le Président donne connaissance des circulaires qui ont été envoyées aux usines adhérentes depuis la dernière réunion. Il signale notamment la circulaire du 13 septembre communiquant une circulaire de M. le Ministre de la Guerre, en date du 4 septembre, concernant les sursis d'appel du personnel des usines électriques.

Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France. — Ce Syndicat a adressé à la Chambre syndicale une « Contribution à l'étude des conditions de paix à imposer aux Austro-Turco-Allemands » dont l'auteur est M. Grangé, vice-président du Syndicat.

Le Syndicat des Mécaniciens demande que la Chambre



syndicale lui communique ses observations sur cette étude.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président donne lecture de la lettre de la Chambre de Commerce de Paris demandant des renseignements sur les industries des adhérents du Syndicat en vue d'un ouvrage de vulgarisation destiné à démontrer l'effort réalisé par notre pays depuis le début de la guerre.

Ces renseignements ont été demandés à M. Ferdinand Meyer pour la région parisienne.

Les numéros 40 à 43 du Bulletin d'Information *Documents sur la Guerre* ont été envoyés aux membres du Syndicat qui en ont fait la demande.

Société internationale des Électriciens. — M. le Président dépose sur le bureau l'Étude de M. Daniel Berthelot sur la réciprocité des phénomènes électriques et magnétiques que M Brylinski appuie des commentaires les plus flatteurs. M. le Président signale également à la Chambre syndicale la communication de M. Lecler à la Société internationale des Électriciens sur l'organisation industrielle et l'abaissement du prix de revient.

Union des Industries métallurgiques et minières. — M. le Président remet aux membres présents les documents suivants [1] :

Arrêté du 29 juin 1916 fixant les prix de vente maxima des charbons par les importateurs. — Décret du 28 juin 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers. — (Angleterre.) L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre. — Rapport fait, au nom de la Commission des Mines de la Chambre des députés chargée d'examiner le projet de loi portant suppression des minières, par M. Cabrol, député. — Les contrats avec les sujets des pays ennemis. — Décret et arrêté du 18 juillet 1916 portant prohibition d'importation des bois et métaux de provenance ou d'origine étrangère. — Décret du 12 juillet 1916 fixant les conditions du fonctionnement de la Commission supérieure instituée pour l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre. — Décret du 18 juillet 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne. — Licences pour l'importation en Angleterre des marchandises dont l'entrée dans ce pays est prohibée. — Loi du 17 avril 1916 réservant des emplois aux militaires et marins réformés ou retraités pour blessures de guerre et règlement d'administration publique la complétant. — (Angleterre.) L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre. — Décret du 3 août 1916 fixant les délais supplémentaires accordés aux contribuables empêchés de souscrire en temps utile la déclaration relative à la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre. — Proposition de loi relative au recrutement de la main-d'œuvre étrangère et coloniale et au régime des étrangers en France, présentée par M. Landry, député. — Accidents du travail (le traitement des fractures). — Arrêté du 8 août 1916 fixant les prix maxima des charbons anglais à l'importation et des charbons français au carreau des mines. — Arrêté du 16 août 1916 instituant une Commission chargée d'étudier et de présenter un plan d'action pour la création en France et dans les pays alliés d'une industrie de distillation de combustibles ne donnant pas de coke. — (Angleterre.) L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre. — Arrêté du 23 août 1916 constituant dans divers départements plusieurs Commissions pour l'établissement de la contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre. — Projet de loi portant attribution de compétence aux Tribunaux civils pour les marchés de travaux publics et de fournitures passés par les diverses administrations publiques et aux Conseils de préfecture pour toutes les concessions de services publics.

[1] Ces documents peuvent être consultés au Secrétariat du Syndicat.

Chambre de Commerce de Bourges. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les rapports de la Chambre de Commerce de Bourges sur la crise des frets, les timbres-quittance, le renouvellement du privilège de la Banque de France.

Fédération des Industriels et des Commerçants français. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les numéros de juin, juillet et août 1916 du Bulletin de cette Fédération reproduisant des études sur la réorganisation du travail après la guerre, l'industrie française avant et depuis la guerre, etc.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau l'Étude simplifiée des profils à donner aux cames d'asservissement dans les régulateurs indirects à servo-moteurs, par M. L. Barbillion, et les documents offerts par l'Association suisse des Électriciens : Rapport sur la protection des installations électriques contre les surtensions, etc.

Communications diverses. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de M. Beck relative au recouvrement de créances aux États-Unis et au Canada, des circulaires de la Ligue nationale contre l'Alcoolisme, de l'Alarme, etc.

Documents officiels. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale des documents officiels parus depuis la dernière séance :

Arrêté du 18 juillet 1916 fixant les prix des déchets d'aluminium (*Journal officiel*, 11 août 1916). — Rapport et arrêtés du 8 août 1916 fixant les prix maxima, d'une part des charbons anglais importés, d'autre part des charbons français au carreau des mines (*Journal officiel*, 9 août 1916). — Liste officielle n° 1 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées

et résidant dans les pays neutres (*Journal officiel*, 6 août 1916). — Supplément à cette liste (*Journal officiel*, 26 août 1916). — Décret du 19 septembre 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces (*Journal officiel*, 20 septembre 1916).

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale des rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance : Rapport fait, au nom de la Commission des Postes et Télégraphes chargée d'examiner la proposition de loi de M. Amiard tendant à instituer la création d'un service de chèques postaux, par M. Amiard (Chambre des députés, 30 juin 1916). — Rapport fait, au nom de la Commission de l'Armée chargée d'examiner la proposition de loi adoptée par la Chambre des députés, tendant à l'obligation de la rééducation professionnelle des blessés et des mutilés de la guerre appelés à bénéficier de la loi sur les pensions militaires, par M. P. Strauss (Sénat, 4 juillet 1916). — Proposition de loi tendant à la résolution facultative pour les communes des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice, présentée par MM. Delaroue et Maurice Viollette (Chambre des députés, 7 juillet 1916) — Projet de loi portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés (Chambre des députés, 11 juillet 1916). — Proposition de loi relative aux usines hydrauliques, présentée par M. Margaine et ses collègues (Chambre des députés, 11 juillet 1916). — Rapport fait, au nom de la Commission des dommages de guerre chargée d'examiner le projet et les propositions de loi sur la réparation des dommages causés par les faits de guerre, par M. Desplas (Chambre des députés, 13 juillet 1916).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension).

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

13° Modèle de police d'abonnement;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition);

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (Arrêté de M. le Ministre du Travail du 9 octobre 1913).

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

Quelques difficultés de la construction des génératrices à grande vitesse (¹).

Des progrès considérables ont été réalisés d'année en année dans l'étude et la construction de ce genre de machine.

De nouveaux types de machines, de nouvelles aplications de matériaux existants et des matériaux nouveaux sont venus modifier la construction; une diminution de dimension et de poids pour une même puissance, une réduction des frais de construction ont également modifié grandement les conditions du marché.

Un exemple de cette évolution est fourni par le développement du turbo-générateur. Au début, la faible vitesse angulaire du générateur limitait les conditions dans lesquelles la turbine pouvait être accouplée directement; actuellement, les deux machines peuvent dans tous les cas être accouplées.

La puissance des groupes a été continuellement en augmentant; on atteint couramment 6000 kilovolt-ampères à 3600 tours par minute, 20 000 kilovoltampères à 1800 tours et de plus grandes puissances encore à 1500 tours pour des fréquences de 60, 50 et 25 périodes par seconde.

Pour obtenir ces résultats, de nombreuses difficultés ont dû être surmontées et l'auteur signale en particulier celles qu'il a rencontrées pour l'établissement d'un générateur de 20000 KV-A, triphasé ayant les caractéristiques suivantes :

Vitesse	1800 t : m
Nombre de pôles	4
Fréquence	60 ∼
KV-A (avec $\cos\varphi = 0{,}8$ à 1)	20 000
Tension	13 200 volts
Dimensions du rotor	130 cm × 190 cm

Quelques années après, une dizaine de ces machines étaient en construction simultanément avec d'autres générateurs à deux et quatre pôles de grandes dimensions.

L'étude de ces machines représente à un plus haut degré qu'usuellement, un compromis entre les exigences souvent opposées de la partie mécanique et de la partie électrique.

Au point de vue général, le problème réside dans la construction d'un rotor dont le poids atteint 25 à 30 tonnes et tournant à une vitesse périphérique de 120 m par seconde.

Ce rotor, malheureusement, doit être de la nature d'une cage, découpé irrégulièrement sur toute sa périphérie et porter beaucoup de métal ne se tenant pas par lui-même.

Pour fixer les idées, l'auteur donne la figure 1, représentant la coupe d'un rotor établi d'une manière très simple; la matière entrant dans la construction de ce rotor demande la plus soigneuse attention, car certaines conditions de résistances, qui n'auraient aucune importance si la vitesse était réduite de 20 pour 100, ont au contraire ici une influence très grande.

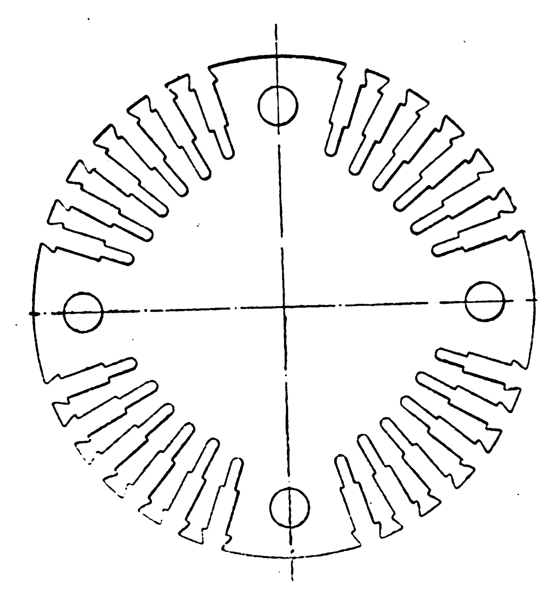


Fig. 1.

La matière du rotor. — En premier lieu, il est impossible d'employer un rotor constitué par des disques empilés sur un arbre; le corps du rotor peut être fait d'une seule pièce forgée avec ses extrémités réduites en forme d'arbre; pour de petits diamètres, cette solution donne d'excellents résultats, elle est souvent utilisée; la figure 11 montre un semblable rotor, il faut noter cependant que cette solution est inapplicable lorsque le rotor est de grandes dimensions. Dans la plupart des applications des pièces de forge de cette forme, la ductilité de la matière, au voisinage de la surface extérieure, est la qualité que l'on recherche le plus. Au centre, la qualité a moins de valeur et la matière est même fréquemment enlevée en ce point.

Dans notre cas cependant, de fortes tensions radiales sont exercées et la ductilité dans cette direction est de première importance, et, si la matière est enlevée au centre, la tension tangentielle au voisinage de l'alésage peut prendre des valeurs considérables.

La Compagnie Westinghouse a employé avec succès

(¹) A.-B. FIELD, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. LIV, 15 décembre 1915, p. 65-83.

des rotors en acier coulé, mais cette pratique ne paraît pas à recommander, de telles pièces étant difficiles à obtenir saines.

Rotors construits en tôles épaisses. — Il est possible de trouver dans le commerce des tôles laminées de 60 mm d'épaisseur, en acier à faible teneur de nickel ayant les caractéristiques suivantes :

Limite de rupture...........	5800 kg : cm²
Limite d'élasticité...........	3800 kg : cm²
Allongement...............	26 °/₀ sur 50 mm
Réduction de section........	60 °/₀ sur 50 mm

ces tôles peuvent être obtenues normalement à un prix convenable.

L'impossibilité d'employer un arbre central s'opposa longtemps à l'emploi de ce genre de construction, cependant Behrend montra qu'elle était parfaitement pratique. Les différents disques, légèrement encastrés les uns dans les autres, sont reliés entre eux et avec les extrémités formant arbres à plateau, par un groupe de 4 ou 6 boulons en acier nickel-chrome. Lorsque ces boulons ont 100 mm de diamètre, le rotor peut atteindre 140 cm de diamètre.

Ces boulons peuvent être serrés jusqu'à ce que leur tension atteigne 3000 kg par centimètre carré, cette tension peut être obtenue en atelier de différentes manières; on peut, en tous cas, dans des conditions normales de graissage, compter sur un coefficient de friction égal à 0,16.

Les plateaux d'extrémités, en acier forgé, peuvent être pris dans des pièces d'un diamètre intermédiaire entre le diamètre de l'arbre et celui du rotor; le renflement pouvant être obtenu par refoulement, la matière a alors

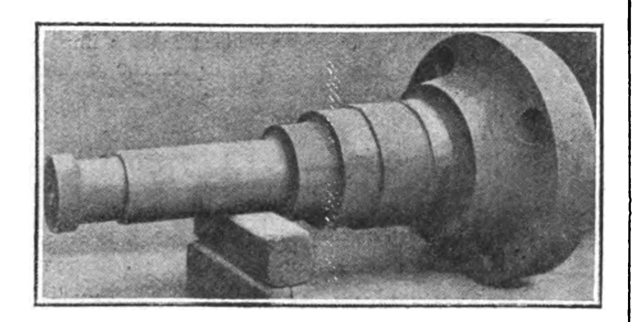


Fig. 2.

d'excellentes qualités; la figure 2 montre un de ces plateaux.

Vitesse critique. — Beaucoup de grands rotors tournent normalement au-dessus de la vitesse critique, mais toutes les fois que cela est possible, on s'efforce de tenir la vitesse critique au-dessus de la vitesse normale de fonctionnement.

Pour réaliser cette dernière condition il est nécessaire de diminuer le plus possible la longueur du rotor ainsi que son poids; dans ces conditions, l'entrefer est très fortement chargé magnétiquement.

Le diamètre de l'arbre doit être très grand, il en résulte une grande vitesse de l'arbre dans ses coussinets et cette vitesse atteint quelquefois 18 m par seconde, la vitesse à la périphérie des anneaux de prise de courant atteignant 35 m.

La distance entre axes des paliers doit être tenue aussi petite que possible, ce qui impose des conditions difficiles à satisfaire en ce qui concerne l'exécution de l'enroulement du rotor.

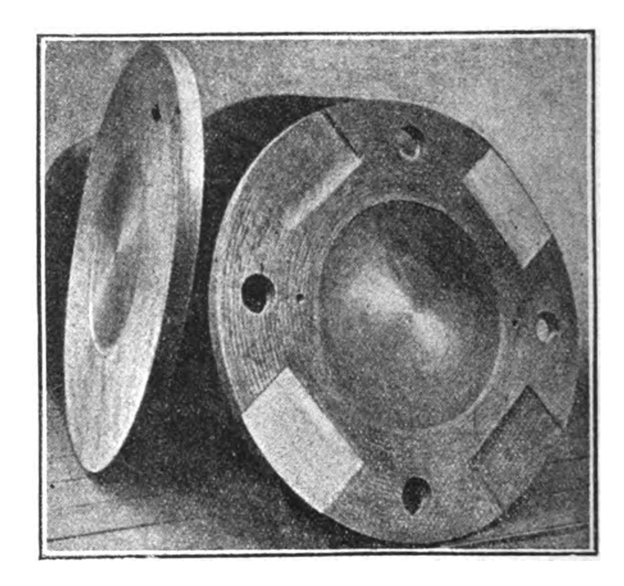


Fig. 3.

Il est intéressant de noter que le mode de construction du rotor indiqué ci-dessus procure l'avantage que le rotor n'a pas de vitesse critique proprement dite.

La vitesse critique d'un rotor de dimensions données dépend de sa raideur; nous pouvons grossièrement mesurer l'inverse de la raideur par la flèche du rotor supporté au repos entre ses portées, par unité de charge appliquée en son centre.

Le rotor, construit comme nous l'avons vu ci-dessus, consiste : 1° en boulons de faible section travaillant sous une forte contrainte de traction et 2° de grandes sections travaillant à la compression. Tant que ces conditions subsistent, la raideur est la même que pour le rotor plein. Si cependant, la flèche atteint une valeur telle que la tension de compression des plaques disparaisse sur l'un des côtés du rotor, la raideur pour une flexion plus grande est diminuée.

Si nous prenons un exemple numérique, nous pouvons dire que pour des vibrations d'amplitude au-dessous d'une certaine valeur α, la vitesse critique serait, par exemple, 2400 tours par minute, tandis que pour des vibrations d'amplitude plus grandes que α, la vitesse critique est seulement 1500 tours.



Si le rotor tourne à 1500 tours, la seconde vitesse critique ne peut se montrer d'elle-même parce que la vibration ne peut commencer qu'à 2400 tours, et si le rotor tourne à 2400 tours, la première vitesse critique ne peut produire que des vibrations d'une certaine valeur au delà de laquelle elles ne peuvent croître. Cette observation est faite surtout au point de vue théorique, elle a peu d'importance pratique.

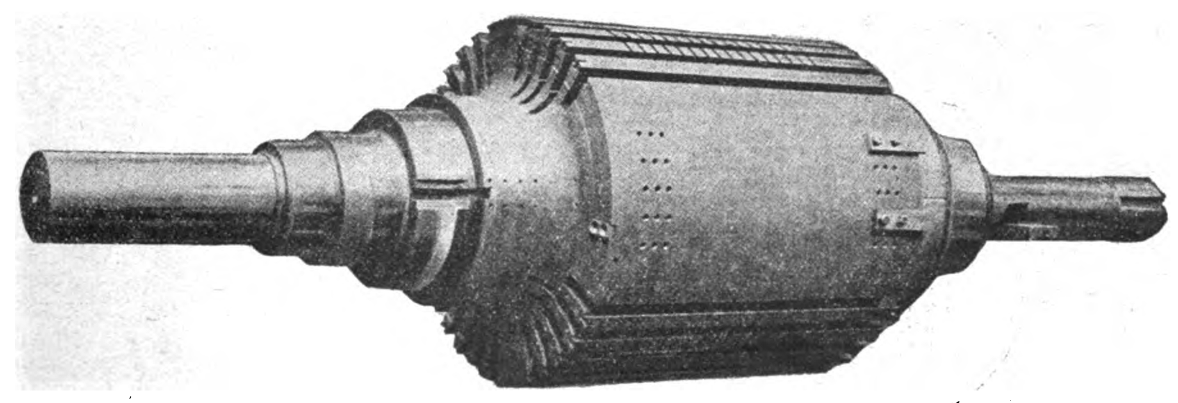


Fig. 4.

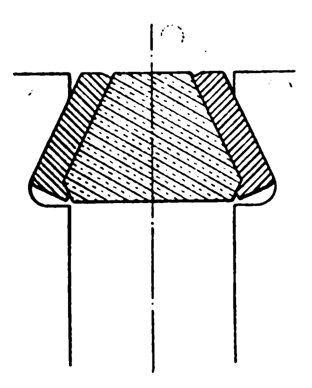


Fig. 5.

Ventilation du rotor. — Une perte considérable en chaleur dans le rotor peut être dissipée par la surface du tambour, sans ventilation, et peu de systèmes de ventilation du rotor ont donné satisfaction. Néanmoins, il est possible d'obtenir une ventilation très efficace, et l'emploi d'un rotor court est seulement recommandable si toutes les précautions sont prises à ce point de vue.

Dans tous les cas, il est nécessaire de prévoir un nettoyage de l'air de refroidissement, car autrement, les poussières auraient vite fait d'obstruer les passages.

La ventilation axiale paraît être celle qui a donné les meilleurs résultats, l'air passant dans des canaux ménagés dans le corps du rotor, au-dessous des encoches contenant le cuivre inducteur, et s'échappant par des ouvertures radiales ménagées dans l'épaisseur d'un des plateaux; la figure 3 montre cette disposition pour un rotor à quatre pôles, la figure 4 montre le rotor monté et prêt à recevoir l'enroulement.

Enroulement du rotor. — L'enroulement est constitué par une barre de cuivre avec isolement au mica mise en place tour par tour dans l'encoche garnie d'une tôle d'acier mince destinée à mettre l'enroulement hors de l'action de l'air de ventilation. La pression d'une telle bobine sur le coin de fermeture de l'encoche peut atteindre

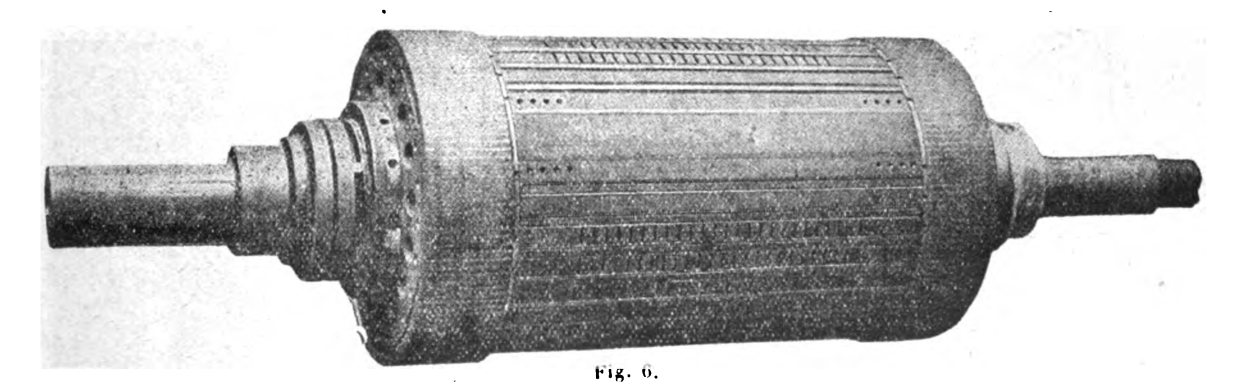


Fig. 6.

200 tonnes (à une vitesse 20 pour 100 supérieure à la vitesse normale). Il est à peine possible de réaliser cette pression en cours de construction; cependant, grâce à l'imprégnation, il est possible d'obtenir des bobines assez solides pour résister à ces pressions énormes.

Il est encore important que la cale de fermeture puisse être mise en place lorsque la bobine est soumise à une forte pression: la cale montrée par la figure 5 est très satisfaisante à ce point de vue, car la partie centrale en bronze peut être soumise à la pression en même temps que la

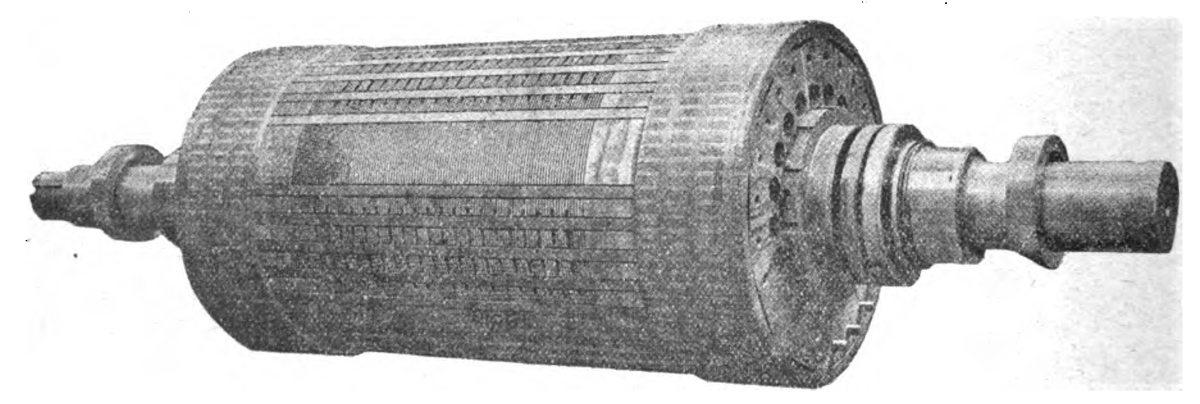


Fig. 7.

bobine, les deux parties complémentaires étant mises en place sant frottement contre la bobine.

Ces deux parties complémentaires de la cale sont en acier, de sorte que, au point de vue magnétique, l'ouverture de l'encoche étant réduite, les pertes dans les dents du stator sont plus faibles; des essais à l'oscillographe ont montré l'efficacité de cette disposition.

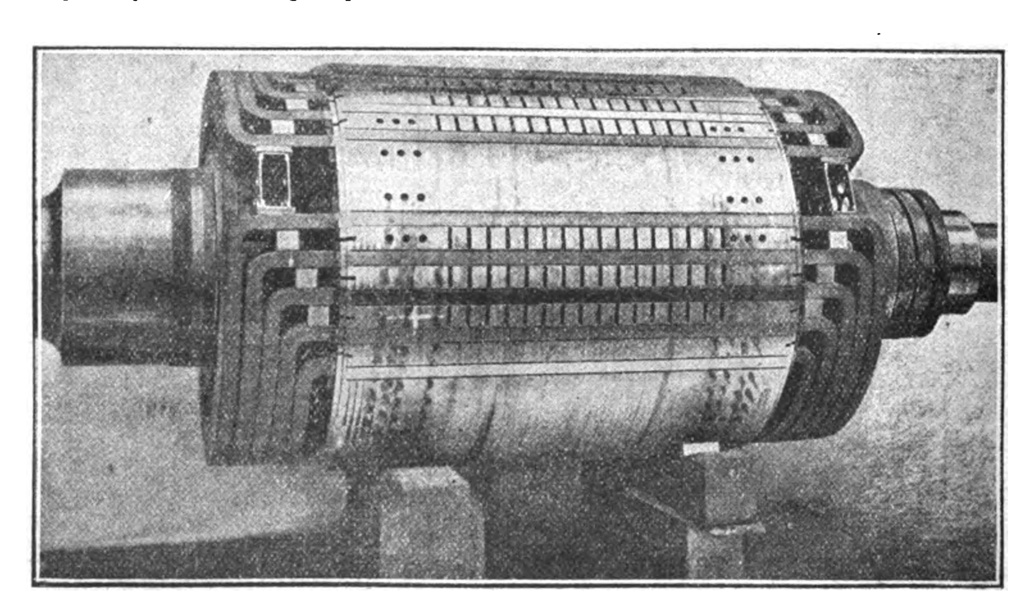


Fig. 8.

Frettes du rotor. — Ces frettes sont exécutées en acier nickel-chrome, elles travaillent par elles-mêmes, sans charge supplémentaire à 1200 kg : cm²; il importe donc de choisir avec le plus grand soin la matière de ces frettes.

L'entraînement mécanique de la frette doit être assuré au mieux, à l'aide d'une clavette.

La frette en acier a l'inconvénient de créer une fuite magnétique importante spécialement pour le rotor bipolaire, elle a cependant été préférée.



Pour diminuer la dispersion magnétique, la frette pourrait être ajourée, ce qui aurait également pour effet d'améliorer les conditions de ventilation de l'enroulement d'excitation, mais, au point de vue mécanique, cette pratique offre des inconvénients graves.

Si la charge du réseau triphasé n'est pas bien équilibrée il est nécessaire de prévoir des circuits amortissseurs; sur le rotor même, ces circuits sont constitués par les cales de bronze retenant l'enroulement d'excitation, ces cales peuvent être réunies électriquement à leurs extrémités par des anneaux. De même, il est possible de créer dans les frettes en acier, une sorte de cage d'écureuil constituée par des lames de cuivre rouge introduites sous pression dans des rainures de forme convenable pratiquées dans l'épaisseur des frettes; les figures 6 et 7 montrent cette disposition.

Entraînement mécanique des bobines d'excitation. — Il est nécessaire de claveter la frette d'acier maintenant radialement l'enroulement d'excitation; il est également indispensable d'assurer l'entraînement tangentiel; la figure 8 montre une disposition qui a donné d'excellents résultats, elle a été adoptée pour une machine bipolaire de 20000 KV-A, l'entraînement est assuré par des pièces en acier en forme de caissons, fixées solidement au corps du rotor par des boulons en acier nickel-chrome. Le diamètre de l'arbre en cet endroit est beaucoup plus petit que le diamètre intérieur des bobines, de sorte que la place nécessaire pour les pièces d'entraînement ne fait pas défaut.

Construction du stator. — Les dimensions très réduites de l'entrefer, la longueur relativement considérable de la machine empêchent généralement d'utiliser pour le refroidissement du stator les canaux radiaux de ventilation, et ces machines sont pourvues d'une ventilation purement axiale.

L'air circule dans des canaux disposés aussi près que possible des dents du stator; en fait, derrière chaque encoche sont disposées trois ouvertures ovales très rapprochées entre elles et de l'encoche, de cette manière la surface de refroidissement est proportionnelle à la section de passage offerte à l'air de refroidissement.

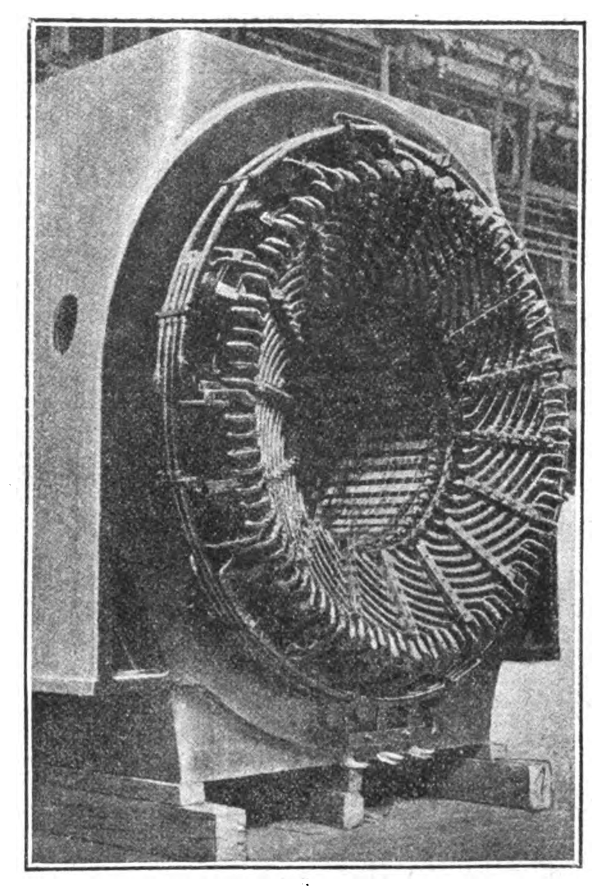


Fig. 9.

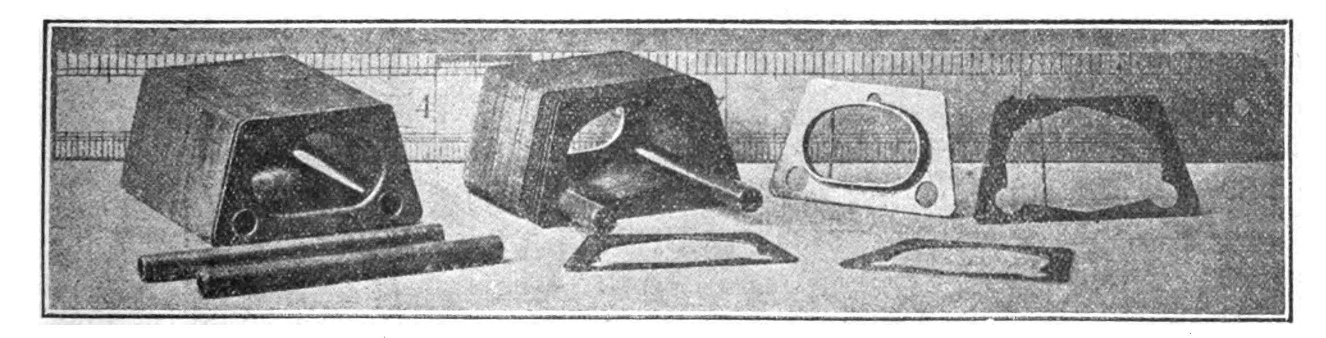


Fig. 10.

La longueur de ces machines étant très grande, l'air est introduit à chaque extrémité du stator et évacué au centre du stator, évitant ainsi l'élévation considérable de température de l'air qui se produirait si cet air devait passer dans toute la longueur du stator.

Cette disposition simplifie également la question du

refroidissement du rotor. Le volume total d'air nécessaire pour une telle machine est voisine de 25 m³ par seconde, et il est nécessaire de prendre les plus grandes précautions pour assurer le passage de cet air.

Courts-circuits externes. — Une des grandes difficultés de construction des stators de ces machines puissantes est la fixation des bobines, lesquelles sont soumises à des efforts considérables en cas de court circuit sur l'un des feeders; pour réduire ces efforts on a conseillé l'emploi de réactances extérieures entre les générateurs et les barres du tableau, cette disposition a donné d'excellents résultats.

Il est cependant utile de maintenir fermement en place l'extrémité des bobines du stator, la figure 9 montre la disposition adoptée pour la machine de 20000 KV-A indiquée ci-dessus.

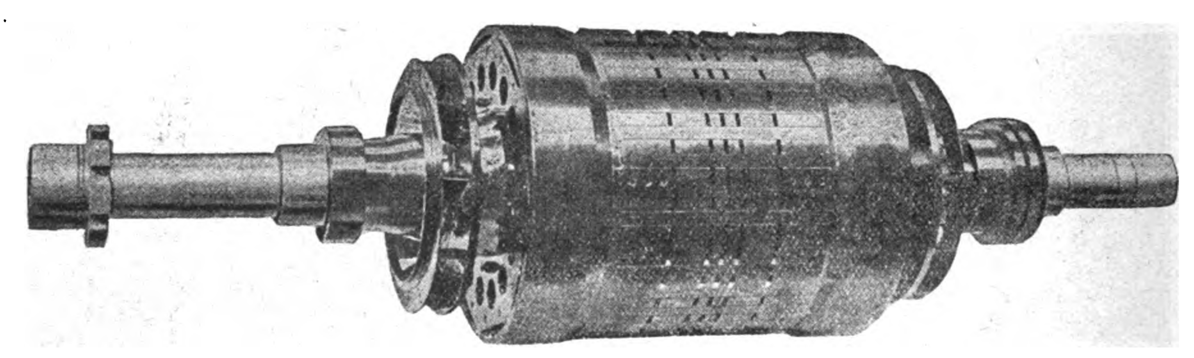


Fig. 11.

Pertes à la surface du rotor. — Dans la pratique normale, on a eu rarement à se préoccuper de cette perte causée par les encoches ouvertes du stator, le grand entrefer généralement employé garantissant suffisamment contre les oscillations du flux dues à ces ouvertures.

Dans le cas présent, cependant, avec un entrefer de seulement 25 mm et la forte induction dans l'entrefer, il était nécessaire de prendre quelques précautions.

Il n'est pas toujours possible de diminuer les largeurs de l'encoche, car l'espace réservé à l'enroulement diminue considérablement, les épaisseurs d'isolants restant constantes, et pour des tensions élevées il est indispensable d'avoir recours aux encoches larges.

Pour la machine de 20 000 KV-A, la tension de 13200 volts nécessitait une largeur d'encoche égale à 4 cm environ, largeur trop grande, étant donné l'entrefer de 25 mm; pour éviter la production de courants internes à la surface du rotor, les encoches du stator furent fermées à l'aide de pièces en tôles de la forme indiquée par la figure 10, par cet artifice les pertes dans le rotor furent entièrement réduites.

Le conducteur du stator doit, lui aussi, être choisi de telle manière que les courants de Foucault soient aussi faibles que possible; grâce à l'emploi des ponts magnétiques fermant les encoches, il fut possible de prendre un conducteur relativement large et épais, de telle manière que l'espace laissé disponible par l'isolement était bien utilisé.

E. B.

Essai des eaux industrielles. — Dans un récent numéro des *Annales des Ponts et chaussées* (t. VI, 1915), MM. Gilbert, chef chimiste, et Doublement, chimiste au Laboratoire de la Direction des Travaux publics à Tunis, ont fait connaître un procédé rapide pour l'essai des eaux industrielles, procédé qui, sans avoir la prétention de remplacer dans tous les cas les essais hydrométriques, permet de classer les eaux et de reconnaître en quelques instants si une eau doit être rejetée ou s'il est nécessaire d'en effectuer une analyse complète.

Le procédé Gilbert et Doublement part de ce principe que les eaux contenant des groupes acides (acide sulfurique, acide chlorhydrique, acide carbonique) et des groupes basiques (soude, chaux, magnésie), il suffira, dans la majorité des cas, pour apprécier la pureté d'une eau donnée, de connaître la totalité d'un de ces groupes, les acides par exemple. L'acide carbonique peut d'ailleurs être négligé, le carbonate de sodium ne se rencontrant que très rarement et les carbonates acides de calcium et de magnésium étant faciles à éliminer en grand. Il ne reste dès lors à rechercher que la teneur en sulfates et en chlorures.

Cette recherche s'effectue avec l'azotate d'argent pour les chlorures et avec l'azotate de plomb pour les sulfates. La réaction est faite dans de petites ampoules de verre de 15 à 20 mm de longueur, où l'on a introduit le réactif (azotate d'argent ou azotate de plomb) et fait le vide avant de les fermer à la lampe. On plonge l'une des ampoules dans l'eau à essayer, on brise l'une des pointes et l'on évalue le trouble produit dans le réactif au moyen d'une échelle de comparaison. Enfin de cette évaluation, on déduit la teneur en chlore ou en acide sulfurique à l'aide d'un tableau dressé d'après de nombreuses expériences. Par exemple, pour la teneur en chlore, le tableau correspondant donne les indications suivantes: trouble peu sensible pour une teneur ne dépassant pas 4 cg de chlore par litre; trouble laiteux trasparent, 20 cg; trouble laiteux opaque, 100 cg; trouble opaque suivi d'une précipitation plus ou moins abondante, teneur dépassant 1 g de chlore par litre.

En vue de faciliter l'application du procédé, MM. Gilbert et Doublement ont fait construire un petit nécessaire contenu dans une boîte en fer blanc de 13 cm × 6 cm × 2 cm, soit des dimensions d'un carnet de poche, renfermant 10 ampoules d'azotate d'argent, 5 ampoules d'azotate de plomb, les tableaux de comparaison et une notice sur le mode d'emploi.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

INTERRUPTEURS.

L'emploi du tétrachlorure de carbone comme succédané de l'huile dans les interrupteurs à haute tension.

Les risques d'incendie auxquels donne lieu l'huile des transformateurs ont fait depuis longtemps rechercher un liquide à la fois isolant et incombustible pouvant lui être substitué. Dès 1908, E. Peyrusson, de Paris, préconisait, dans son brevet allemand, n° 218 399, l'emploi du tétrachlorure de carbone, mais son idée ne reçut pas d'application pratique et il la laissa tomber dans le domaine public.

D'après une analyse donnée par un de nos confrères anglais [1] d'un article publié dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 23 mars 1916, par M. Vogelsang, celui-ci commença en 1911, à l'instigation de la maison Voigt et Haeffner et sans avoir connaissance du brevet Peyrusson, des recherches sur le même sujet. Interrompues pendant quelque temps, ces recherches furent reprises à la fin de 1914, époque où la pénurie de l'huile pour interrupteurs se faisait sentir dans les empires centraux. Elles ont conduit à un certain nombre de résultats montrant que, bien que le tétrachlorure de carbone ne possède pas toutes les qualités de l'huile pour son emploi dans les interrupteurs, il peut néanmoins être utilisé moyennant certaines précautions.

L'un des inconvénients du tétrachlorure de carbone est sa densité, 1,63, relativement grande par rapport à celle de l'huile : la manipulation des bacs est plus difficile et la surcharge des planchers est augmentée. Un autre inconvénient est sa facile vaporisation à l'air, son point d'ébullition n'étant que de 76°,5 C. sous la pression atmosphérique. D'après un essai, cette volatilisation fait abaisser de 1 mm par jour le niveau du liquide contenu dans un bac d'interrupteur ordinaire; un joint adapté au couvercle réduisit cet abaissement de moitié, mais la perte était encore trop grande pour la pratique; un disque flottant sur le liquide de manière à diminuer la surface de vaporisation ne donna aucune amélioration appréciable.

Quant aux matériaux ordinairement employés dans la construction des interrupteurs, quelques-uns sont attaqués par le tétrachlorure de carbone. Le cuivre se comporte assez bien à la température ordinaire, mais dès que la température s'élève à 45°, il se recouvre d'une couche blanche et grasse et se pique profondément; l'aluminium, l'argent, le plomb sont à peine attaqués; l'étain l'est encore moins et l'étamage des récipients et pièces métalliques des interrupteurs paraît être la solution qu'il convient de prendre. Le caoutchouc, la vulcanite, le pertinase et la micanite sont absolument à rejeter; par contre la fibre et le mica n'accusent aucune trace d'altération.

Les essais de rigidité diélectrique ont montré que celle-ci dépend beaucoup du temps pendant lequel la tension électrique est appliquée entre les électrodes. La figure 1

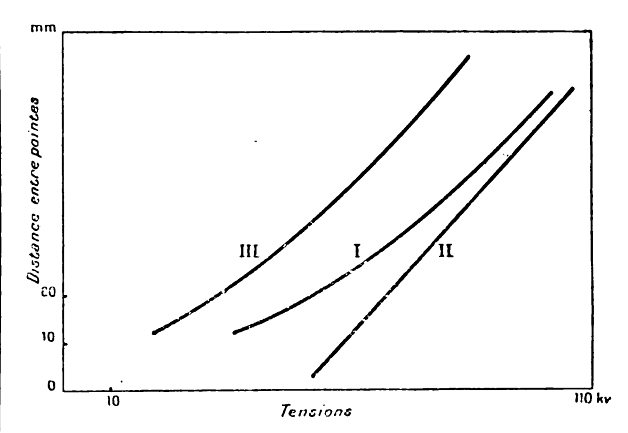


Fig. 1. — Courbes des distances explosives entre pointes dans l'huile (I) et dans le tétrachlorure de carbone (II après quelques secondes d'application de la tension, III après 20 minutes d'application).

indique la distance entre pointes, comptée en millimètres, à laquelle se produit la décharge pour diverses différences de potentiel exprimées en kilovolts. La courbe I se rapporte à l'huile, les courbes II et III au tétrachlorure de carbone; pour la courbe II la différence de potentiel a été maintenue pendant 2 secondes, pour la courbe III pendant 20 minutes. Le liquide employé dans ces essais avait déjà été soumis à de nombreuses décharges et avait pris une coloration foncée; le temps a manqué pour refaire les essais dans de meilleures conditions. On peut toutefois conclure des résultats trouvés que le tétrachlorure de carbone a une rigidité diélectrique au moins aussi bonne que celle de l'huile pour les tensions s'établissant rapidement, et comme en pratique ce sont les surtensions instantanées qui sont les plus dangereuses pour les appareils cette qualité rend possible son emploi. Ces essais ont encore montré que le liquide devient le siège de mouvements giratoires sous l'influence de la tension; il s'en produit également dans le vide, mais beaucoup moins énergiques et cette différence est peut-être la cause que la distance explosive dans le tétrachlorure diminue quand la durée d'application de la tension augmente.

Les essais de fonctionnement d'interrupteurs à tétrachlorure de carbone furent poursuivis pendant plusieurs mois à partir de septembre 1914 sous des tensions atteignant jusqu'à 10000 volts, mais le plus souvent limitées à 5000 volts. Pour prévenir l'évaporation du liquide on

[1] *The Electrician*, t. LXXVII, 21 juillet 1916, p. 540-541.

mit sur le liquide une couche de glycérine. Mais la glycérine est relativement conductrice, de sorte qu'à tension de service égale l'appareil présente moins de sécurité et qu'il faut avoir soin d'enfoncer plus profondément les parties métalliques dans la cuve. D'autre part lorsqu'on descend la cuve pour visiter les contacts, la glycérine imprègne toutes ces parties métalliques et le cuivre se recouvre au bout de quelques semaines d'une couche verdâtre. Enfin la glycérine restant adhérente aux isolateurs à la suite d'une visite de l'appareil ou qui peut y être projetée par suite de l'agitation du liquide donne lieu à un courant de perte qui échauffe cette glycérine et la décompose remplissant la salle de fumée.

Quant au chlorure de carbone lui-même il donna lieu à quelques incidents. Après trois mois de service sous 5000 volts un claquement se produisit : on reconnut qu'il était dû à une fente de la cuve qui avait fait baisser de 26 mm le niveau du liquide; cette fuite aurait été décelée dans le cas de l'huile par la tache que celle-ci aurait faite sur le plancher; elle ne pouvait l'être avec le tétrachlorure de carbone à cause de sa vaporisation rapide à mesure qu'il s'écoule par une fente. Un autre genre d'incidents est le défaut d'ouverture des interrupteurs sous l'action des ressorts : il tient à ce que les surfaces en contact ne sont plus lubréfiées comme elles l'étaient par l'huile; il fut facile d'y remédier en bandant plus fortement les ressorts.

Quelques essais de rupture provoquée par un court circuit furent effectués avec un alternateur monophasé de 1100 kw sous 3000 volts et un interrupteur dont la cuve contenait 75 l de liquide et dont les contacts étaient immergés à une profondeur de 195 mm. La coupure se produisit sans accident mais moins rapidement, semblait-il, qu'avec de l'huile; on observa en outre une pression considérable de la vapeur à chaque déclenchement et une attaque des parties métalliques entre lesquelles jaillissait l'arc.

De l'ensemble des essais, Vogelsang croit pouvoir conclure que le tétrachlorure de carbone ne peut être purement et simplement substitué à l'huile dans les interrupteurs; il faudrait modifier la construction de ceux-ci, en particulier les rendre complètement étanches afin de n'être pas dans l'obligation de mettre à la surface du liquide une couche de glycérine qui paraît être la cause de la plupart des inconvénients observés. Mais il semble que la question puisse être abordée autrement : le tétrachlorure de carbone se mélange en toutes proportions avec l'huile; on pourrait donc trouver un mélange assez peu volatil tout en étant beaucoup moins inflammable que l'huile; les risques d'incendie, sans être éliminés, seraient néanmoins atténués. M. Vogelsang a fait quelques essais dans cette voie, et a obtenu de bons résultats avec un mélange de 1 volume de tétrachlorure et 3 parties d'huile, mélange qui, maintenu pendant 3 heures à la température de 100°, ne perd que 5 pour 100 de son poids. Toutefois il considère ces essais comme trop incomplets pour qu'on puisse tabler sur leurs résultats et termine en s'adressant aux chimistes pour trouver un liquide qui soit à la fois ininflammable et isolant, propriétés qui, contrairement à l'opinion courante, ne sont pas incompatibles comme le montre le tétrachlorure de carbone.

Nouveau moyen d'équilibrer la tension électrique dans les chaînes d'isolateurs de suspension; R.-H. MARVIN (*Electrician*, t. LXXVIII, 6 octobre 1916, p. 14-15). — Pour la compréhension de cette étude, nous devons rappeler que la répartition de la tension le long d'une chaîne d'isolateurs n'est pas uniforme, c'est-à-dire que la loi de décroissance n'est pas régulière quand on passe de l'élément en contact avec la ligne au dernier élément qui est mis à la terre. Certains auteurs admettent que la loi de décroissance est une loi exponentielle, comme on peut s'en rendre compte en se reportant à un travail sur ce sujet publié dans *La Revue électrique* du 19 juin 1914, p. 561 et 577. Quoi qu'il en soit, on a imaginé bien des dispositifs pour régulariser la tension le long d'une chaîne d'isolateurs et presque tous tendent à établir un certain équilibre entre les quatre capacités afférentes à chaque élément. Ces capacités sont : 1° la capacité interne qui comprend le condensateur dont la porcelaine est le diélectrique et les ferrures supérieures et inférieures les armatures; 2° la capacité des ferrures par rapport à la terre; 3° la capacité des ferrures d'une partie de la chaîne par rapport à l'autre partie; 4° la capacité des ferrures par rapport au fil de ligne. Le plus souvent on ne retient que les deux premières pour les développements théoriques; cependant il est facile de se rendre compte que la troisième capacité C_3 tend à rendre la tension appliquée à l'élément moyen la plus petite et non pas celle du dernier élément mis à la terre. L'auteur a trouvé que dans une chaîne non compensée de 15 éléments, c'est le onzième qui présente la plus petite différence de potentiel. Le principe de la compensation ou de l'équilibrage consiste alors à faire varier la capacité interne de chaque élément de telle sorte que chacun d'eux prenne sensiblement la même différence de potentiel. Pour cela, on les munit de deux armatures constituées d'anneaux métalliques d'autant plus larges que l'élément est plus voisin de la ligne et dont l'une s'enfile sur la tête de l'isolateur, tandis que l'autre est scellée avec la ferrure inférieure A la vérité, ce système d'équilibrage présente une grande complication pour les chaînes comprenant beaucoup d'éléments une solution intermédiaire, qui paraît suffisante dans la plupart des cas, consiste à diviser la chaîne en trois groupes, chaque groupe étant formé des mêmes isolateurs. Par exemple, pour une chaîne de 15 éléments, le premier groupe le plus proche de la ligne aura 3 éléments à larges anneaux; le deuxième en aura 5 avec des armatures un peu plus petites et enfin le troisième et dernier en aura 7 sans garniture aucune; les porcelaines vont aussi en décroissant du premier au dernier groupe. — Pour mesurer les tensions le long d'une chaîne, l'auteur préconise un spintéromètre à pointes d'aiguilles, placé en dérivation sur chaque élément et l'on note la tension qu'il faut appliquer à la chaîne entière pour produire une étincelle. Les erreurs dont cette méthode est entachée proviennent de la capacité de l'espace interpolaire, de la capacité des électrodes et probablement aussi de l'influence des objets environnants sur la tension d'étincelle. En opérant sur une chaîne de 15 éléments non équilibrés, on a trouvé une loi de décroissance des tensions très irrégulière, la tension minimum se trouvant sur le onzième élément compté à partir du fil de ligne; la même chaîne équilibrée a donné des tensions rigoureusement exactes, c'est-à-dire que, si l'on porte en abscisses les numéros d'ordre des éléments et en ordonnées la valeur de la tension appliquée à chacun d'eux exprimée en pour 100 de la tension totale, on obtient une ligne droite.

TRACTION ET LOCOMOTION.

TRAMWAYS.

Essais de traction par le courant continu à 5000 volts.

D'accord avec la Michigan United Traction Co, la Westinghouse Electric and Manufacturing Co a mis en service d'essai, sur la ligne de Jackson (Michigan) à Grass Lake et Wolf Lake, longue de 19 km, une voiture automotrice utilisant le courant continu 5000 volts. Auparavant, la grande firme américaine avait déterminé la limite de tension à ne pas dépasser, pour le bon fonctionnement de l'équipement : l'emploi d'une haute tension avait le grand avantage de permettre une réduction de la section du fil aérien de trolley et du nombre des sous-stations alimentant la ligne, tout en assurant un bon facteur de charge et un rendement convenable.

Dès le printemps de 1914, deux moteurs de 2400 volts étaient installés sur une voiture qui fut essayée aux

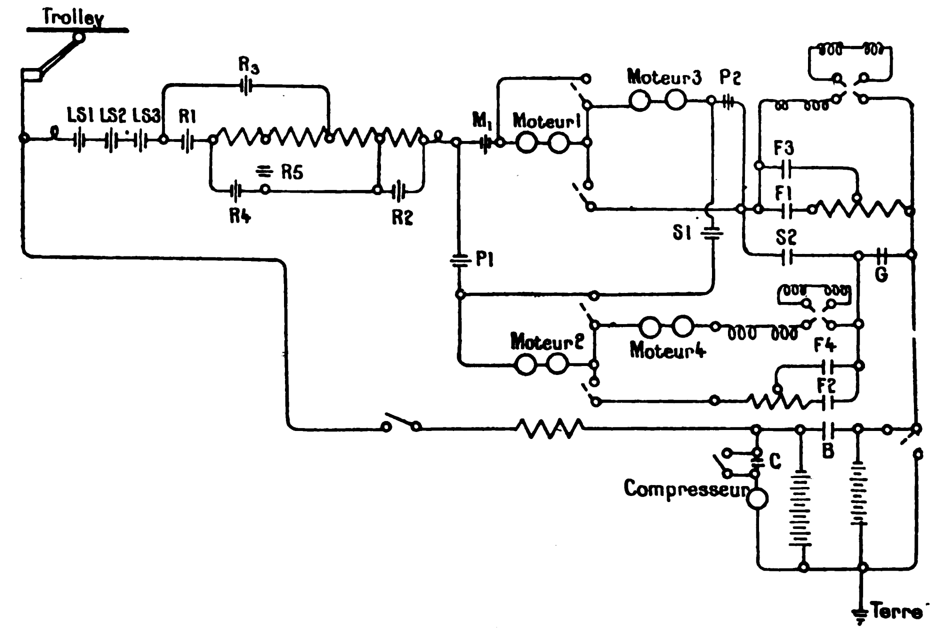


Fig. 1. — Schéma du circuit principal.

ateliers d'East Pittsburgh. Montés en série parallèle, ils furent soumis à une tension croissante de 2400 volts à 3000 volts. Puis les connectant en série, on porta graduellement la tension en ligne de 4000 à 7000 volts, sans qu'il en résultât d'incident.

C'est alors qu'un équipement à quatre moteurs de 100 ch fut étudié et monté sur une voiture de la Michigan United Traction Co, sous la direction de M. R. C. Taylor. La voiture, ainsi équipée, pèse environ 40 tonnes. La figure 1 donne le schéma du circuit principal de cette voiture et la figure 2 en donne une photographie.

Les moteurs utilsés sont bipolaires, à armatures jumelées (*fig.* 3 et 4) : l'emploi de deux pôles permet de doubler le voltage sur un inverseur donné, dans les mêmes conditions qu'un moteur à quatre pôles. La présence de deux induits élève le poids, mais moins que si l'on employait un moteur à quatre pôles. Les deux armatures agissant sur le même essieu, la pression sur les dents d'engrenages se trouve réduite de moitié. De plus, comme elles sont montées en série, la tension sur chacune d'elles est abaissée à une limite plus basse. La construction du moteur n'offre aucune difficulté particulière dans l'usinage et dans l isolement.

Les résultats obtenus sont excellents : la commutation se fait sans étincelles, d'où une faible usure des balais et du collecteur, et par suite une diminution de la quantité de poussière produite. D'ailleurs, comme le courant est faible (30 ampères par moteur), on n'emploie que de petits balais et l'isolement est bon.

L'équipement de contrôle (*fig.* 5) offre autant d'intérêt que les moteurs, puisque les interrupteurs doivent fermer et ouvrir les circuits à haute tension d'une manière convenable et être parfaitement isolés pour assurer, quelles que soient les circonstances, une tension maxima. De plus, pour obtenir un nombre relativement grand de ruptures en série, sans augmenter à l'excès le nombre des interrupteurs, chacun de ceux-ci est constitué en réalité par deux interrupteurs montés en série.

Les contacteurs à haute tension ressemblent notablement à ceux du système Westinghouse électro-pneumatique. Ils offrent quelques particularités, tenant au courant peu intense et au voltage élevé auxquels ils sont soumis. L'isolement en est tout spécialement soigné. Ils comportent un souffleur d'arc (arc splitter), formé

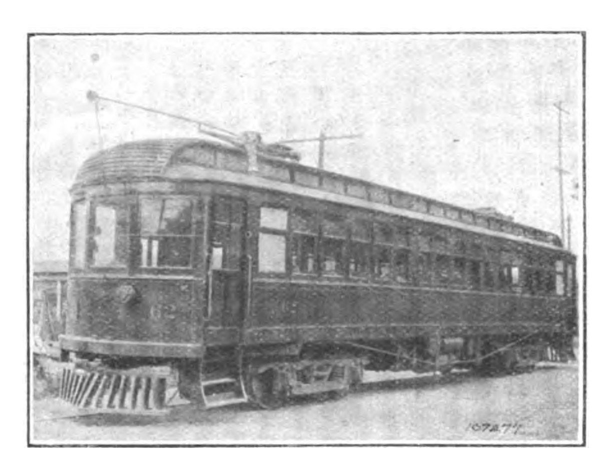


Fig. 2. — L'automotrice d'essais de la Michigan United Traction Co.

d'une pièce de stéatite placée en avant des mâchoires de l'interrupteur, sur le parcours de l'arc. Le champ magnétique a pour effet de souffler l'arc contre cette pièce de stéatite, tout le long de celle ci, jusqu'à le couper. Cette disposition accroît la longueur de l'arc, en même

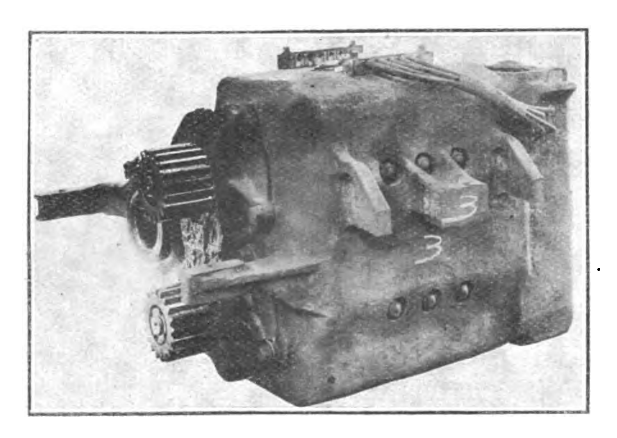


Fig. 3. — Vue des moteurs jumelés.

temps qu'elle le refroidit, et le résultat obtenu est satisfaisant.

Les résistances de démarrage sont formées de grilles en bronze, installées dans des bâtis isolés au moyen d'un isolement triple, qui s est montré suffisant.

L'équipement doit travailler, sur le parcours à l'intérieur de la ville de Jackson, à une tension de 600 volts, cette partie de la ligne d'essai, longue de 3 km, n'ayant pas été pourvue de l'installation à 5000 volts. Les figures 6 et 7 indiquent l'ordre de fermeture des contacteurs suivant que l'on utilise le circuit à 5000 volts ou le circuit à 600 volts.

Aussi a-t-on monté sur l'automotrice un transformateur, constitué par deux interrupteurs tripolaires, à

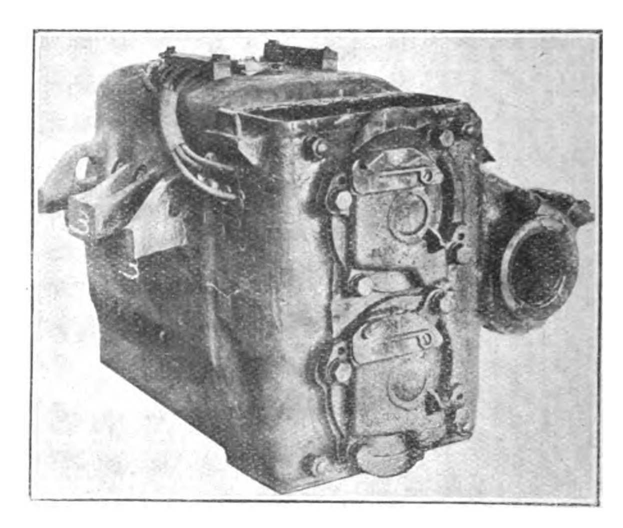


Fig. 4. — Autre vue des moteurs jumelés.

double rupture, dont les contacts sont montés sur des isolateurs de porcelaine immergés dans l'huile. Ils sont connectés ensemble, de façon a être manœuvrés par un même levier, qui réalise en même temps la modification

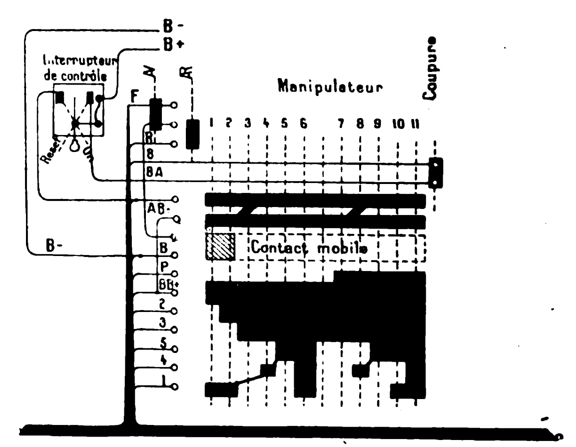


Fig. 5. — Schéma du circuit de contrôle.

de quelques connexions du contacteur, grâce à un petit tambour auxiliaire.

L'inverseur est du type normal à deux moteurs, à commande électropneumatique.

L'équipement essayé sur la ligne de Jackson (*fig.* 8) comporte des circuits auxiliaires à 150 volts pour la commande des divers appareils de contrôle, d'éclairage et de compression de l'air. Déjà, dans les installations à 1200 et 1500 volts, la commande à haute tension est

accompagnée de difficultés dans l'isolement et l'enroulement des armatures; à 5000 volts, ces difficultés ne pouvaient que s'accroître. C'est pourquoi on a préféré des circuits auxiliaires à basse tension.

Une batterie d'accumulateurs de 150 volts, à laquelle

Cran	LS1	LS2	LS3	R1	R2	R3	R4	R5	M1	P1	P2	S1	S2	G	B
1	o	o	o	o					o			o	o		o
2	o	o	o	o	o				o			o	o		o
3	o	o	o		o	o			o			o	o		o
4	o	o	o		o	o	o		o			o	o		o
5	o	o	o		o	o		o	o			o	o		o
6	o	o	o	o	o	o	o	o	o			o	o		o
	o	o	o		o	o			o		o	o	o		o
7	o	o	o		o	o			o	o	o			o	o
8	o	o	o		o	o	o		o	o	o			o	o
9	o	o	o		o	o		o	o	o	o			o	o
10	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o			o	o
11	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o			o	o

Cran	LS1	LS2	LS3	R1	R2	R4	F1	F2	F3	F4	M1	P1	P2	G
1	o	o	o	o	o	o					o	o	o	o
2	o	o	o	o	o	o	o	o			o	o	o	o
3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Fig. 6 et 7. — Ordre de fermeture des contacteurs 5000 et 600 volts.

tous les circuits auxiliaires sont branchés, est placée dans le circuit moteur principal, entre les moteurs et la terre. Il en résulte que tout le courant moteur principal passe par la batterie et la charge, ou bien passe dans les circuits auxiliaires qui peuvent être connectés à la batterie quand les moteurs fonctionnent. Un dispositif simple permet au compresseur d'air d'utiliser directement une partie du courant principal lorsque les moteurs travaillent; il ne reçoit donc pas alors de courant de la batterie et celle-ci de son côté ne reçoit aucun courant. La batterie, n'ayant par suite qu'un travail léger à fournir, est constituée de petits éléments. Pendant les périodes de charge, quelques éléments supplémentaires sont en parallèle avec la batterie pour éviter une surcharge ou une vitesse excessive de charge.

Les circuits auxiliaires absorbent au moins 3 pour 100 de la puissance totale de la voiture.

L'équipement est simplifié par le fait que les mêmes interrupteurs contrôlent à la fois les circuits principaux à 5000 et 600 volts et les circuits auxiliaires à 150 volts.

Le rendement à 600 volts est satisfaisant, en shuntant les champs des moteurs.

On a installé dans la sous-station de Grass Lake un transformateur à mercure (mercury-arc rectifier), qui reçoit le courant triphasé, 60 périodes, et le transforme en continu, en connectant en série les trois phases.

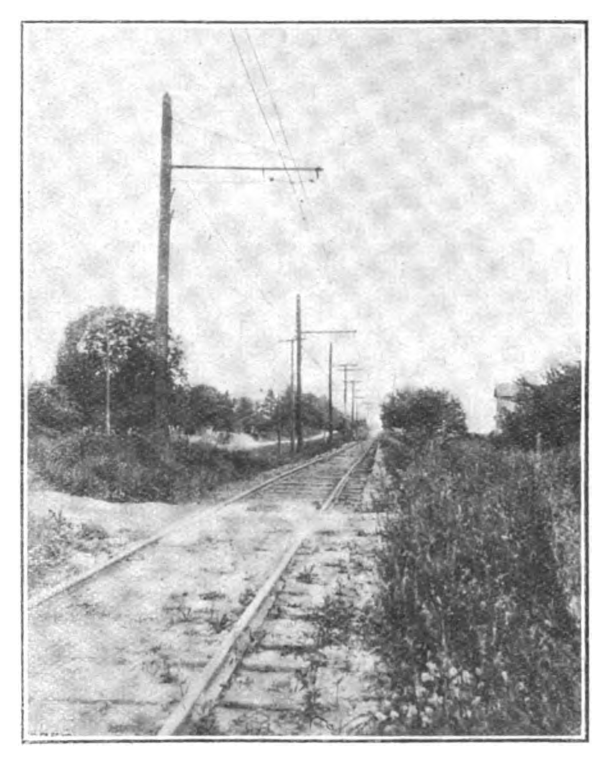


Fig. 8. — Ligne aérienne d'alimentation à 5000 volts, courant continu.

L'équipement que nous venons de décrire est en service quotidien depuis le 1er juin 1915 et il a donné toute satisfaction. Toutefois, les essais durent depuis trop peu de temps pour qu'on puisse émettre une opinion relativement à l'emploi du courant continu à 5000 volts en traction : mais il demeure que l'essai réalisé jusqu'à maintenant est remarquable en lui-même et il permet les plus grandes espérances.

L. Pahin.

Les tramways électriques et l'électrolyse; Devaux-Charbonnel (*Lum. élect.*, 12 août 1916, p. 145-151). — L'auteur se propose d'exposer les mesures prises, tant à l'étranger qu'en France, pour atténuer, sinon supprimer les détériorations que causent aux canalisations enfouies dans le sol les courants vagabonds des entreprises de traction électrique. Mais auparavant il rappelle les bases théoriques de la question et relate les résultats d'essais qu'il a exécutés en vue de contrôler les conséquences de la théorie. — Un premier point indiqué par la théorie est que pour électrolyser l'eau il faut, d'après la loi de Thomson, appliquer entre les électrodes (supposées inattaquables par les produits de l'électrolyse), une différence de potentiel d'au moins 1,49 volt; comme toutefois le dégagement gazeux ne commence à être applicable que si la différence de potentiel est supérieure de quelques dixièmes à cette dernière valeur, on admet généralement qu'une différence de potentiel de 2 volts est nécessaire pour décomposer l'eau. Le second point est que la décomposition d'un électrolyte développe une force contre-électromotrice. « Il semble donc, écrit M. Devaux-Charbonnel, que si la force électromotrice du générateur qui produit le courant est inférieure à la force contre-électromotrice d'électrolyse aucun courant ne peut passer. Cette assertion se trouve dans certains ouvrages, notamment dans le Recueil des constantes

publiées dernièrement par la Société française de Physique. » M. Devaux-Charbonnel ajoute : « C'est en admettant l'exactitude de ces deux faits fondamentaux, que les règles concernant la traction électrique ont été élaborées. Il nous a paru intéressant de chercher à vérifier si l'expérience confirmait bien ces données qui se présentent pour certaines personnes sous l'aspect de résultats scientifiques indiscutables. » Cette dernière phrase contient une critique qu'il nous paraît utile de relever. Nous ne croyons pas en effet qu'aucun savant ayant étudié l'électrolyse ait conclu que le courant à travers l'électrolyte est rigoureusement nul quand la différence de potentiel appliquée entre électrodes inattaquables est inférieure à la limite indiquée par la loi de Thomson. Si on l'a écrit, c'est par suite d'une de ces incorrections de langage, trop communes en électricité, telles que celles qui font employer indifféremment les termes force électromotrice et différence de potentiel, bien que ces expressions aient souvent des sens différents ou encore qui font dire « électrolyser de l'eau » alors que l'on sait que l'eau rigoureusement pure est mauvaise conductrice de l'électricité et par conséquent non électrolysable. Nous ne croyons pas non plus qu'aucun physicien ait considéré la limite indiquée par la loi de Thomson pour l'électrolyse de l'eau, ou plus exactement de l'électrolyse d'une solution aqueuse d'un acide, d'une base ou d'un sel, comme nécessaire quelle que soit la nature des électrodes employées, car on sait depuis longtemps qu'il suffit d'une différence de potentiel entre électrodes presque nulle pour électrolyser une solution étendue d'acide sulfurique entre des électrodes de fer, une solution étendue de sulfate de cuivre entre électrodes de cuivre, etc. Nous convenons toutefois avec M. Devaux-Charbonnel que sur ces deux points de la théorie de l'électrolyse bien des idées fausses ont cours parmi les ingénieurs, comme le prouve surabondamment la lecture des travaux industriels sur l'électrolyse par les courants vagabonds. Il ne faut pas cependant incriminer les bases théoriques de l'électrolyse, mais une fausse interprétation de ces bases par suite d'incorrections de langage regrettables et qu'il conviendrait d'éviter. — Revenons aux expériences faites par M. Devaux-Charbonnel. Elles ont été réalisées avec un dispositif fort simple comprenant une pile, un milliampèremètre, un vase électrolytique et une résistance variable permettant de faire varier la différence de potentiel appliquée aux électrodes; une clef de contact permet de couper ce circuit et de connecter presque instantanément les électrodes à un galvanomètre très sensible qui donne la force contre-électromotrice de polarisation. Avec des électrodes en platine celle-ci a été trouvée égale à 1,70 volt pour l'eau de Seine, l'eau additionnée d'acide azotique ou d'acide sulfurique (avec l'acide chlorhydrique elle tombe à 1,47 volt) ; le dégagement gazeux ne se produit que si la densité de courant est d'environ 5 milliampères par décimètre carré; la force contre-électromotrice de polarisation conserve la valeur 1,70 volt jusqu'à des densités de 500 mA : dm²; au-dessous de 5 mA : dm² elle est beaucoup plus faible, elle diminue et disparaît avec le courant. Avec des électrodes attaquables la courbe représentant la variation de la force contre-électromotrice de polarisation, quand on fait varier l'intensité du courant, accuse une série de paliers. Dans le cas d'électrodes en cuivre on a un premier palier à 0,60 volt pour une densité de courant de 10 mA : dm² et un second à 1,20 volt pour 20mA : dm². Dans le cas d'électrodes en fer, on trouve un palier à 0,28 volt pour 40 mA : dm², si la densité atteint 90 mA : dm², l'oxygène se dégage et la force contre-électromotrice de polarisation monte à 1,50 volt; avec de l'eau acidulée on a trouvé 0,03 volt. Dans le cas d'électrodes en plomb, la force contre-électromotrice de polarisation est 0,20 volt et l'on peut atteindre des densités de courant assez grandes, 150 mA : dm² par exemple, sans apercevoir d'oxygène libre; si l'on acidule l'eau, on peut produire le dégagement gazeux, et la force contre-électromotrice de polarisation monte alors jusqu'à 1,84 volt. Enfin dans le cas où l'une des électrodes est en fer et l'autre en plomb, cas qui se présente souvent en pratique, les phénomènes dépendent naturellement du sens du courant; si le fer est anode on a pour la force contre-électromotrice de polarisation un premier palier à 0,20 volt, un deuxième à 0,37 volt, ce dernier correspondant à l'apparition de l'hydrogène gazeux, puis on arrive à 1,70 volt avec dégagement d'oxygène; la présence d'alcalis augmente la force contre-électromotrice de polarisation; celle des acides, au contraire, la diminue; si le fer est cathode la force contre-électromotrice de polarisation est d'abord très faible, tant que le fer n'est pas débarrassé de toute trace de rouille, puis elle atteint 0,20 volt, valeur à laquelle elle se maintient jusqu'à une densité de courant de 70 mA : dm²; ensuite de l'oxygène apparaît sur le plomb et elle atteint 1,70 volt; la présence d'acide donnant des sels de plomb peu solubles la fait monter à 0,40 et 0,50 volt; la présence d'acide azotique et même d'acide chlorhydrique très dilué la fait tomber à 0,10 volt. — Tous ces résultats sont bien conformes aux conséquences que l'on peut tirer de la théorie de l'électrolyse. Ils confirment la conclusion qu'on en pouvait déduire que la corrosion électrolytique se produit souvent pour une différence de potentiel bien au-dessous de la valeur de 2 volts que semblent admettre les réglementations. — M. Devaux-Charbonnel calcule ensuite la résistance de la terre comprise entre un cylindre conducteur de 5 cm de diamètre (représentant un rail) et un second cylindre concentrique de diamètre quelconque ou un cylindre de 25 cm de diamètre (représentant une conduite) placé excentriquement à des distances variables. Il trouve que dans un sol sec il faudra une chute de potentiel de 10 volts par mètre pour produire un courant de 1 milliampère entre les deux cylindres, mais que si la terre est humide il suffira de 0,1 à 0,3 volt par mètre. Il montre ensuite qu'une densité de courant de 1 mA : dm² n'est pas pratiquement dangereuse pour les canalisations sous plomb, car avec cette densité il faudrait que le courant circulât pendant 13 ans à raison de 10 heures par jour pour détruire entièrement une enveloppe de plomb de 2 mm d'épaisseur.

Le chemin de fer électrique de l'Argentine centrale (*Génie civil*, 19 août 1916, p. 126). — Notre confrère donne, d'après *Electrical Review* du 19 mai, les renseignements qui suivent sur cette ligne de 28 km qui va être prochainement mise en exploitation. — L'usine génératrice, construite près du canal San Fernando, contient 6 turbo-alternateurs triphasés système Parsons, 1500 t : min, 2500 volts, 25 p : sec et des transformateurs élevant la tension à 20 000 volts. — Les sous-stations sont alimentées au moyen de câbles armés à trois conducteurs isolés au papier, placés dans des caniveaux, disposés de chaque côté de la voie. Dans chacune des trois sous stations sont installées trois commutatrices de 1000 kilowatts, qui transforment le courant triphasé à 20 000 volts en courant continu à 800 volts; ce courant est amené au troisième rail au moyen de câbles souterrains disposés dans des conduites en bois remplies de bitume. — Le matériel roulant est formé d'unités comprenant chacune une voiture motrice et une remorque; les trains comprendront de une à six unités, c'est-à-dire de deux à douze voitures. Le matériel complet comprendra 117 voitures, 50 remorques, 55 aut motrices, munies de deux moteurs de 250 ch, et 12 munies de quatre moteurs, pour le service des express. Par suite de la guerre, il n'a encore été fourni que 42 voitures motrices à deux moteurs et 30 remorques. — Les express feront le parcours avec deux arrêts en 30 minutes et les trains ordinaires en 45 minutes. On met actuellement au courant le personnel, sur une partie de la ligne complètement terminée; des trains de deux unités ont déjà parcouru 3600 km, sans aucun accident.

VARIÉTÉS.

RADIOGRAPHIE.

Sur un stéréoscope permettant la détermination numérique des distances.

La localisation des projectiles, qui a tant d'importance à l'heure présente, a été l'objet de perfectionnements depuis le début de la guerre, et la littérature scientifique récente comprend un très grand nombre d'articles s'y rapportant. Toutefois il s'agit le plus souvent de modifications tendant à rendre plus pratique le procédé bien connu utilisant le déplacement de l'anticathode, et la principale préoccupation des auteurs semble être la suppression d'un calcul pourtant bien simple, et pour lequel l'emploi d'un barème supprime toute chance d'erreur.

Un perfectionnement pratique plus important me semble consister en la construction graphique si simple qui permet de connaître en vraie grandeur les distances comptées parallèlement à la plaque; autrement dit il est toujours possible de savoir quelle aurait été sur le cliché la projection d'un point si tous les rayons avaient été normaux à la plaque. On sait qu'à la méthode en question est attaché le nom du Dr Nogier. Je la rappelle ici parce que j'aurai à en reparler au sujet de notre appareil. Elle suppose la prise de deux clichés sur la même plaque et la connaissance des points où les deux rayons normaux frappaient la plaque. Si O et O′ sont ces

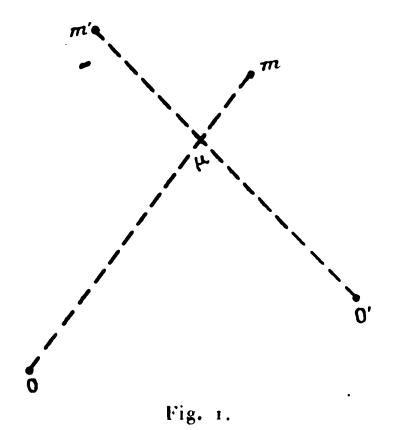


Fig. 1.

points, m et m' les deux images d'un même point, μ est la projection orthogonale de ce dernier. Il n'y a qu'à faire la même construction pour les points intéressants, repères ou corps étrangers, pour connaître en vraie grandeur leurs distances comptées parallèlement à la plaque.

Évidemment au lieu de prendre les deux clichés sur une même plaque, on peut les prendre sur deux plaques différentes, mais il faut alors recourir à une feuille de papier sur laquelle on reporte au compas les distances utiles; c'est une complication pratique qui est compensée par la meilleure utilisation des clichés relativement aux repères osseux que l'on peut employer; la présence de deux clichés sur une même plaque embrouille en effet beaucoup les images, au point d'atténuer parfois considérablement leur visibilité.

L'appareil que le Dr Chassard et moi-même avons réalisé pour le service de radiographie de l'Hôpital complémentaire n° 9, à Lyon (École du service de Santé militaire) offre les avantages suivants :

1° Il fournit la vue stéréoscopique de la région examinée;

2° Il indique, sans aucun calcul, la valeur numérique de la distance à la plaque de tout point jugé intéressant;

3° Il fait automatiquement la correction obtenue graphiquement par la méthode du Dr Nogier, c'est-à-dire indique les distances réelles comptées parallèlement à la plaque.

On jouit donc de la vue en relief de la région lésée et l'on est en même temps en mesure de préciser par des résultats numériques, les distances qui séparent les éléments du squelette des corps étrangers, balles ou éclats, que révèle la plaque radiographique.

Avant de passer, non à sa description complète, mais simplement à l'exposé de ses principes, je commencerai par réfuter une première critique. Il s'agit, comme on vient de le voir d'un stéréoscope, et cependant notre ap-

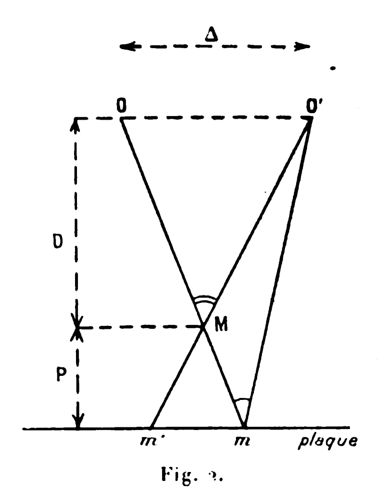


Fig. 2.

pareil n'est pas construit de façon que soit respectée la formule du Dr Marie relative à la prise des clichés stéréoscopiques. Nous l'avons fait sciemment et voici pourquoi. Je rappellerai tout d'abord que l'article le plus complet sur la question, signé de MM. Marie et Ribaut, a paru en 1897 dans les *Archives de Physiologie* à la page 686.

Le point de départ du Dr Marie, déjà adopté par Cazes

(*Stéréoscopie de précision*, brochure de 70 pages. Paris, 1895), est celui-ci : lorsque l'on regarde deux clichés stéréoscopiquement, chaque œil s'accommode sur la plaque correspondante, alors que les deux yeux doivent converger pour voir dans l'espace. D'où un désaccord mesuré par un angle qui ne peut dépasser une certaine limite.

Par exemple sur la figure 2, O et O' sont les deux yeux, de distance Δ, qui doivent converger pour voir le point M alors que les deux images de celui-ci sont *m* et *m'*. Le principe de Cazes et Marie est que la différence des deux angles OMO' et OmO', c'est-à-dire l'angle *m*O'*m'* ne peut excéder une certaine valeur au delà de laquelle on ne peut accrocher le relief, pour employer l'expression consacrée. Cet angle limite serait de $\frac{1}{50}$ en radian, ce qui conduit à la formule donnée par le Dr Marie pour relier le déplacement de l'anticathode à l'épaisseur du sujet radiographié ([1]). Cet angle limite de $\frac{1}{50}$ signifie pratiquement que si les clichés sont, par exemple, à 50 cm des yeux, la distance des deux images d'un même point ne doit pas excéder 1 cm pour que la sensation de relief s'obtienne sans difficulté.

On voit que c'est une cause toute physiologique qui imposerait ainsi une limite à l'acquisition du relief. Cette limite existe certainement, mais elle n'est vraie, avec la valeur assignée par Cazes, que pour les personnes peu habituées à la stéréoscopie. Une personne exercée n'accommode pas sur les clichés, mais bien sur le corps reconstitué dans l'espace, et les images des clichés ne servent, en quelque sorte, qu'à délimiter les pinceaux lumineux qui viennent rencontrer l'œil. Il se passe là le même phénomène que lorsqu'on regarde par exemple une maison située à 20 m de soi à travers une lentille; on peut fort bien accommoder sur la petite image réelle obtenue et même l'amener à la distance minimum de vision distincte.

Quoi qu'il en soit pour une personne exercée, l'angle limite de Cazes et Marie peut parfaitement être triplé et même quadruplé, ce qui suffit pour que l'on puisse faire de la stéréoradiographie en donnant à l'anticathode successivement la position réelle que doit occuper chaque œil par rapport au cliché correspondant.

Pour finir cette discussion, nous reproduisons textuellement ci-dessous deux phrases extraites de l'article, indiqué plus haut, des *Archives de physiologie* et signé du Dr Marie. « Il importe de remarquer que ce maximum n'est pas une chose absolue. Il indique une limite au-dessous de laquelle, il sera toujours possible de reconstituer sans difficulté. Si l'on dépasse cette quantité, la reconstitution devient une question d'adresse des yeux et de faculté imaginative. »

Et plus loin :

« Il faut remarquer que s'il n'est pas possible de maintenir l'accommodation constante en faisant varier brusquement l'angle de convergence, il est ordinairement facile après un entraînement convenable, de donner à l'accommodation et à la convergence des valeurs qui sont loin de se correspondre. La plupart des personnes peuvent même, après quelques minutes d'essais, examiner sans lentilles un objet reconstitué à une distance très différente de celle du plan des images ».

On voit qu'il est regrettable que la formule et le barème de Dr Marie aient été introduits sans explications suffisantes dans de multiples volumes. On a le droit d'espérer une certaine habileté de la part des radiographes et même des chirurgiens, et il est très heureux que ceux-ci puissent jouir du relief réel en grandeur naturelle, afin d'éviter tout désaccord entre l'évaluation des distances par leur main et celle qu'en fait leur vue.

Les deux clichés nécessaires à la production de l'effet stéréoscopique s'obtiennent, en radiographie, en déplaçant l'anticathode d'une distance connue parallèlement à la plaque, de façon à prendre successivement deux clichés différents du sujet resté immobile pendant ces opérations; pour la facilité de celles-ci, les plaques radiographiques sont glissées dans un châssis placé sous le blessé. Dans ces conditions un index situé contre la plaque a son ombre radiographique confondue avec lui-même, mais il n'en est pas ainsi pour les points distants de la plaque. Ceux-ci n'auront pas sur les deux clichés leurs projections semblablement placées et c'est de cela que va résulter l'effet stéréoscopique, qui se produira si l'on s'arrange pour obtenir simultanément la vision des deux clichés, chaque œil regardant l'un de ceux-ci.

Dans l'appareil que nous avons construit, l'un des clichés est vu directement, et l'autre l'est par réflexion dans un petit miroir; celui-ci doit être assez petit pour que l'œil qui l'utilise, puisse, en se déplaçant de manière à voir par-dessus ou par-dessous, jouir de la vue de l'image destinée à l'autre œil, ce qui lui permet, en répétant cette manœuvre de passage de l'une à l'autre image, de se rendre compte de la distance qui sépare celles-ci. Réglons la position relative des deux radiographies de façon qu'un index, en contact avec la plaque lors de l'obtention des clichés et immobile par rapport au sujet radiographié, ait ses deux images confondues.

Ce réglage s'effectue facilement à une fraction de millimètre près en maintenant le rayon visuel vers l'un des bords inférieur ou supérieur du petit miroir, de façon à pouvoir passer rapidement de la vision de l'une à la vision de l'autre image de l'index; si leur coïncidence n'est pas exacte, celui-ci paraît changer brusquement de place à chaque mouvement de tête et cela d'une façon qui rend très sensible ce procédé d'observation.

Ce réglage effectué, tout point distant de la plaque radiographique n'aura pas ses deux images confondues, et de la mesure de la distance qui sépare ces dernières, on peut

---

([1]) Ceci se traduit par l'équation

$$\frac{\Delta}{D} - \frac{\Delta}{D+P} = \frac{1}{50},$$

d'où l'on tire la formule de Marie

$$\Delta = \frac{D(D+P)}{50P};$$

P est la distance à la plaque de l'index le plus éloigné de celle-ci, c'est-à-dire pratiquement l'épaisseur du sujet.

déduire quel était, lors de la prise des clichés, l'éloignement du point considéré par rapport à la plaque.

La formule à utiliser se déduit de considérations géométriques très simples, et c'est d'ailleurs celle même que l'on utilise dans le procédé actuel de localisation des corps étrangers par déplacement de l'anticathode. On peut même dire que l'appareil que nous présentons ne fait que réaliser physiquement le principe de ce procédé de localisation, en fournissant de plus la vision stéréoscopique et pseudoscopique.

Sur la figure 3, G représente le petit miroir, m et m' sont

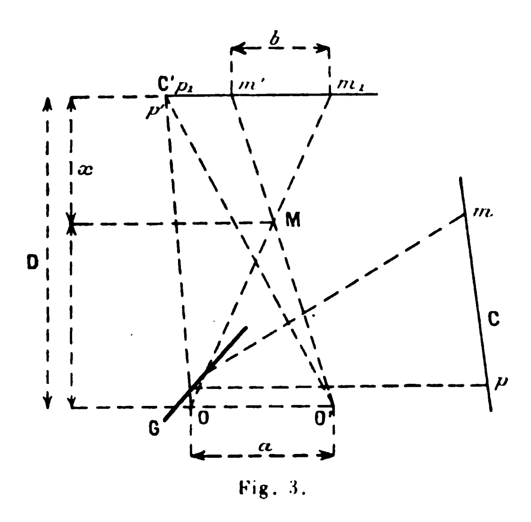


Fig. 3.

deux images d'un même point qui paraîtra situé en M. m_1 étant le symétrique de m par rapport au miroir; O et O' sont les deux yeux, et les images p, p' et p_1 se rapportent à un index placé sur le châssis lors de la prise des clichés; p' et p_1 coïncident de ce fait.

Appelons b la distance $m' m_1$, D la distance de l'anticathode aux plaques radiographiques, a le déplacement de l'anticathode, x la distance réelle séparant de la plaque, lors de la prise des clichés, le corps étranger qui sera vu en M; on voit facilement que

$$x = \frac{bD}{a + b},$$

de sorte que, en choisissant a et D constants, à chaque valeur de b correspondra une valeur pour x; aussi l'échelle de l'appareil pourra-t-elle directement porter les valeurs de x.

La mesure de $m' m_1 = b$ se fait en déplaçant le cliché C d'une quantité égale à $m' m_1$, et l'on s'aperçoit que ceci est réalisé lorsque m_1 et m' coïncident. Cette coïncidence est vérifiable avec précision par le même procédé de vision sur le bord du miroir, que nous avons décrit plus haut à propos du réglage de la position relative des clichés. Les déplacements du cliché C sont lus sur une échelle graduée directement en distance à la plaque radiographique.

Il faut bien remarquer que cette opération de mesure de $m' m_1$ ne prive pas de la vue stéréoscopique du sujet radiographié; celui-ci paraît seulement se reculer de façon que le corps étranger M vienne se placer dans le plan du cliché C'. En déterminant ce plan à l'aide de quelques droites, ce que l'on peut faire en traçant les composantes de celles-ci sur des glaces disposées contre les clichés et en avant d'eux, on pourra utiliser ce procédé comme une première approximation souvent suffisante pour la localisation cherchée.

Enfin un autre avantage de cet appareil est qu'il suffit de déplacer latéralement la tête, en changeant ainsi l'œil qui utilise le petit miroir, pour jouir de la vision pseudoscopique; les plans les plus éloignés apparaissent alors les plus rapprochés et l'on est moins gêné, pour l'observation des corps étrangers, par les parties du squelette qui normalement seraient plus en avant. Il faut en effet se souvenir que les projections radiographiques ne sont que des ombres portées, ce qui oblige à placer le plus près possible de la plaque, c'est-à-dire au dernier plan, les régions du sujet que l'on doit examiner avec le plus de soin.

Après divers essais, nous avons adopté, pour distance des plaques radiographiques à l'anticathode, 55 cm, et l'appareil stéréoscopique est construit de façon que les yeux de l'observateur occupent relativement aux clichés les positions mêmes de l'anticathode. On objectera peut-être que les dimensions qui en résultent pour l'appareil sont un peu encombrantes, mais nous sommes persuadés que la vue en vraie grandeur du sujet est, pour le médecin et surtout le chirurgien, bien préférable à une facilité de transport que rend peu nécessaire l'obligation pour le radiographe d'être en quelque sorte un travailleur de laboratoire.

Il nous reste à exposer comment notre appareil permet d'effectuer la localisation de corps étrangers dans un plan parallèle à celui des clichés. Reportons-nous à la figure 1 qui indique la construction du Dr Nogier; pour qu'on voie dans l'appareil les lignes de celle-ci, il suffira évidemment que l'œil gauche voit la droite O m et l'œil droit la droite O' m', de façon qu'en amenant le rayon visuel sur le bord du petit miroir qu'utilise l'œil gauche, on puisse viser le point M de rencontre des deux droites, et le repérer sur un quadrillage placé derrière le cliché. Ces droites O m et O' m' sont matérialisées chacune par un trait noir peint sur un disque du verre placé derrière ou mieux devant le cliché correspondant et contre celui-ci; ce disque doit être mobile autour d'un axe perpendiculaire à son plan et coïncidant avec le rayon normal au cliché. Je rappelle que les yeux de l'observateur occupent par rapport aux radiographies les positions mêmes de l'anticathode. Dès lors la manœuvre consistera à faire tourner les disques de façon que pour chaque cliché la droite noire vienne passer par l'image de l'objet que l'on veut localiser. On repérera sur le quadrillage, et par vision sur le bord du miroir, le point où les droites paraîtront se rencontrer et l'on répétera ces opérations pour les repères anatomiques ou les index extérieurs.

Il est intéressant de remarquer que les droites portées par les disques de verre ne sont pas autre chose que les projections d'une perpendiculaire au cliché vu directement, cette perpendiculaire passant précisément par le point de l'espace qu'occupe l'objet à localiser.

L'effet stéréoscopique peut d'ailleurs se produire quel-

quefois pour cette perpendiculaire, qui apparaît alors suspendue dans l'espace; mais cela est assez rare à cause de l'inégale intensité de la lumière que provoquent les opacités des clichés et qui fait ressortir différemment les régions correspondantes des deux composantes de la perpendiculaire. On conçoit que de ce fait la reconstitution de celle-ci devienne souvent impossible, mais je ne désespère cependant pas encore d'arriver à triompher de cette difficulté.

Tel qu'il est actuellement, l'appareil est susceptible d'un emploi courant; je n'insiste pas sur les détails pratiques, intéressants pour les radiographes, et que M. le Dr Chassard doit prochainement examiner dans une revue médicale. J. LAHOUSSE.

Les constantes pratiques du tube Coolidge à rayons X.

Dans un article publié antérieurement (1) nous avons donné la description de ce tube producteur de rayons X, alors récemment mis sur le marché américain par la General Electric Co et sur le marché français par les Établissements H. Pilon, d'Asnières. Rappelons donc seulement que ce tube, dont la construction découle des belles recherches de M. Langmuir sur le fonctionnement des lampes à incandescence à filament de tungstène (2), est caractérisé par l'emploi d'une cathode en tungstène portée à température élevée par le passage d'un courant électrique auxiliaire.

Comme nous l'indiquions dans cet article, le tube Coolidge possède des qualités qui le rendent précieux en radiologie : non seulement il permet d'obtenir un rayonnement de très grande intensité rendant possible l'obtention de bonnes radiographies avec un temps de pose très court, mais encore il permet de régler cette intensité avec une très grande précision et de la maintenir pendant un temps très long; en outre, la qualité de ce rayonnement, c'est-à-dire son degré de dureté, peut être variée à volonté et cela sans modifier la quantité émise.

En raison de ces propriétés le tube Coolidge n'a pas tardé à être utilisé par de nombreux radiologues. Mais comme il arrive souvent en pareil cas, ses qualités ont été exaltées et quelques erreurs concernant son fonctionnement ont été publiées. Une étude systématique de ce fonctionnement était donc nécessaire. Elle a été faite récemment par un jeune physicien, M. Marcel BOLL, que la mobilisation a appelé au service radiologique du Dr Béclère au Val-de-Grâce, et les résultats qu'il a obtenus, avec la collaboration de M. Lucien MALLET, ont été communiqués à l'Académie des Sciences dans sa séance du 22 septembre dernier (3).

Dans cette communication, MM. Boll et Mallet commencent par rappeler que, d'après la loi de Richardson sur l'émision des électrons par les corps chauds, l'intensité de courant i traversant un tube Coolidge est de la forme

$$i = a\sqrt{T}e^{-\frac{b}{T}} \quad (^1),$$

où T désigne la température absolue de la cathode, a un coefficient variant comme le nombre d'électrons présents dans le métal et b un autre coefficient proportionnel au travail nécessaire pour vaporiser un électron dans l'espace environnant. Comme la température T de la cathode varie dans le même sens que le courant I qui sert à l'échauffer, il s'ensuit que i doit croître très rapidement avec I. C'est en effet ce que l'on constate tant que I n'est pas trop grand : pour des valeurs de I dépassant une certaine limite, i cesse de croître, ce qui peut s'expliquer par le fait que le nombre des électrons en mouvement étant alors très grand, les actions électriques et magnétiques exercées par leur ensemble sur chacun d'eux ne sont plus négligeables.

Le second point mis en évidence par l'étude de MM. Boll et Mallet est que, pour une même valeur de I, l'intensité i croît en même temps que la différence de potentiel U appliquée au tube. Aux faibles différences de potentiel (inférieures à 2000 volts), le courant i reste toujours très petit, quel que soit I, ce qui provient de ce que le champ électrique est trop faible pour entraîner tous les électrons émis.

Mais c'est surtout à la mesure de la puissance $\mathfrak{P}$ rayonnée sous forme de rayons X (appelée parfois intensité du rayonnement) et à la mesure du degré de pénétration, que se sont attachés MM. Boll et Mallet. La puissance a été mesurée par l'ionisation produite par les rayons X en traversant un électroscope en papier plombaginé; les nombres ainsi trouvés ont été convertis en unités V par minute, qui sont utilisées par les médecins (2). Le degré de dureté a été mesuré en degrés Benoist.

Les résultats de ces mesures sont résumés dans le tableau suivant où D désigne le degré Benoist, U représente, en volts, la différence de potentiel maximum appliquée en tube; l est la longueur de l'étincelle équivalente en centimètres; i indique l'intensité, en milliampères, du courant qui traverse l'ampoule; enfin ρ exprime le rendement pratique en unités V par hectowatt-heure dépensé dans l'ampoule. Pour servir de termes de comparaison, on a, pour les tubes habituels, les données suivantes :

	U.	l.	i.	$\mathfrak{P}$.	D.	ρ.
Tube Chabaud .	78 000	13	0,8	0,2	7	19
Tube Pilon	83 000	14	2	0,2	7	7
	93 000	16	5	0,4	7	5

U.	l.	i.	$\mathfrak{P}$.	D.	ρ.
13 000.	3	1	0,01	2	4,6
		2	0,02	2	4,6
		5	0,04	2	3,7
		10	0,02	2	0,9
		15	0,01	1,5	0,3

(1) *La Revue électrique*, t. XXIII, 19 mars 1915, p. 272.

(2) *La Revue électrique*, t. XXI, 2 janvier 1914, p. 23-28.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 1916, p. 302-305.

(1) Voir *Littérature des périodiques* du 14 mai 1916, p. 52.

(2) Par définition une ampoule a émis 1 V, lorsqu'une pastille de platino-cyanure de baryum, placée à 7,5 mm de l'anticathode, a viré de sa teinte primitive à une nouvelle teinte type (effet Villard).

U.	I.	i.	$\mathfrak{P}$.	D.	ρ.
		1	0,12	3	26
		2	0,22	3	23
		5	0,50	3	22
28 000.....	4	10	0,78	2,5	17
		15	0,86	2,5	12
		20	0,66	2	7,2
		30	0,08	2	0,6
		35	0,01	1,5	0,1
		1	0,16	5	23
		2	0,30	5	22
		5	0,70	5	20
41 000.....	6	10	1,2	4,5	17
		20	1,7	4	13
		30	1,6	3	7,8
		40	0,54	2	2,0
		1	0,22	6,5	23
		2	0,40	6	21
		5	0,96	6	20
57 000.....	9	10	1,7	6	18
		20	2,5	5,5	13
		30	2,9	5	10
		40	3,1	4	8,4
		1	0,32	6,5	26
		2	0,60	6,5	25
		5	1,4	6,5	23
73 000.....	12	10	2,5	6,5	20
		20	4,3	6	17
		30	5,6	5,5	16
		40	7,1	5,5	14
		1	0,58	7	34
		2	1,1	7	32
		5	2,7	7	31
103 000....	18	10	4,9	7 (1)	29
		20	8,2	7	24
		40	12,4	6	18

On voit que, pour une différence de potentiel maintenue constante, l'émission $\mathfrak{P}$ commence par croître avec le courant i; puis elle passe par un maximum et décroît jusqu'à devenir très petite [2].

Suivant les auteurs, il faut attribuer cet effet à l'action exercée par l'ensemble des électrons sur chacun d'entre eux; lorsque l'intensité i devient trop grande, le tube se trouve en quelque sorte mis en court circuit, le rayonnement baisse considérablement à la fois au point de vue quantité et au point de vue qualité, principalement à cause de la diminution de vitesse des électrons.

Il est donc faux, ajoutent MM. Boll et Mallet, de prétendre : que la puissance rayonnée $\mathfrak{P}$ croît toujours avec le courant i qui traverse l'ampoule; qu'à voltage U constant, le degré de pénétration D est indépendant de i; qu'à intensité I constante, la puissance rayonnée $\mathfrak{P}$ est sensiblement indépendante de U; enfin qu'à tension U constante le rendement pratique ρ passe par un maximum lorsque i augmente.

Une autre erreur a consisté à soutenir que le rayonnement des tubes Coolidge est monochromatique, sous prétexte que les électrons arriveraient tous avec la même vitesse sur l'anticathode. Même si c'était le cas, tous ne seraient pas arrêtés de la même façon dans leur rencontre avec les molécules du tungstène. D'ailleurs bien des causes peuvent différencier des vitesses des électrons (non constance de la différence de potentiel appliquée; rencontre avec les molécules du gaz, au nombre d'environ un trillion par centimètre cube; champs électrique et magnétique dus aux électrons et variables à l'intérieur du pinceau cathodique, etc.). Ces considérations se trouvent justifiées par l'étude de l'absorption par les métaux; si le rayonnement était monochromatique, la courbe d'absorption serait une exponentielle et le coefficient d'absorption devrait rester constant; or, pour des épaisseurs d'aluminium croissant de 0,1 mm, à 2 mm, il varie :

Pour le tube	Coolidge :	dans le rapport de	1 à 0,43,
»	Pilon :	»	1 à 0,36,
»	Chabaud :	»	1 à 0,33.

On peut donc affirmer que le rayonnement du tube Coolidge n'est pas sensiblement plus homogène que celui des autres tubes : ce qu'avait constaté M. de Broglie en l'étalant en spectre [1].

Les conclusions pratiques, que les auteurs croient pouvoir tirer de leur étude, sont les suivantes :

1° Le tube Coolidge est très stable; pour un voltage et un milliampérage donnés, le rayonnement X se maintient très longtemps, en conservant ses caractéristiques primitives (puissance totale émise et degré de pénétration.

2° Le tube Coolidge est très souple; il permet le passage immédiat du régime « mou » au régime « dur », aussi bien que le passage inverse.

3° Le rendement pratique du tube Coolidge est analogue à celui des autres tubes focus pour les rayons mous; mais il devient bien meilleur dès qu'on lui applique de très grandes différences de potentiel.

4° Enfin le rayonnement émis peut être considérable, plus de 20 fois celui des ampoules usuelles (application à la radiographie instantanée). Notamment, on peut obtenir avec des rayons 10° B. la même puissance rayonnée qu'habituellement avec des rayons 7° B., ce qui offre un gros intérêt dans la radiothérapie des tissus profonds.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE.

Le salaire moderne et son application.

Nous avons vu précédemment (*Revue électrique* du 17 novembre 1916, p. 314), que le salaire moderne, qui

---

(1) A ce régime, qui peut être maintenu sans crainte pour le tube, on obtient

En filtrant le rayonnement par 0,5 cm :

$$\text{Al}, \quad \mathfrak{P} = 0,7 \quad \text{avec} \quad D = 9;$$

En filtrant le rayonnement par 1 cm :

$$\text{Al}, \quad \mathfrak{P} = 0,4 \quad \text{avec} \quad D = 10.$$

(2) Si les courbes correspondent à des tensions élevées ($U > 50\,000$ volts) ne présentent pas de maximum, c'est que celles-ci n'ont pu être atteintes dans les conditions de l'expérience (puissance limitée du contact tournant, échauffement exagéré de l'anticathode).

(1) *Comptes rendus*, t. CLXII, 1916, p. 596.

paraît réunir l'ensemble des qualités propres à le faire accepter comme un progrès par les patrons et les ouvriers, se compose de deux parties : l'une fixe, c'est le salaire journalier minimum, réglé par le contrat d'embauchage, obligatoire pour le patron; l'autre mobile et variable suivant l'activité de l'ouvrier.

Mais naturellement la reconnaissance légale d'un minimum de salaire qui, notons-le, n'existe pas dans le salaire « à la tâche », « à la façon », « aux pièces », sauf sous une forme implicite, c'est-à-dire extrêmement mal définie, ne peut être un don gratuit du patron à l'ouvrier; le salaire minimum doit correspondre à une production déterminée, ou production de base, au sujet de laquelle l'un et l'autre doivent s'entendre et tomber d'accord pour chaque tâche nouvelle.

Avec la méthode de Taylor la détermination de la production journalière obligatoire est le résultat d'une étude prolongée et conduite scientifiquement, qui aboutit à une certitude; cette production, certainement réalisable, est imposée d'autorité, sans discussion : elle est assez élevée pour ne pouvoir être obtenue par l'ouvrier qu'après un certain temps d'apprentissage pendant lequel, c'est un des points particuliers important de la méthode, des contremaitres spéciaux, de très grande valeur professionnelle, instruisent minutieusement l'ouvrier, avec patience et bienveillance ; elle est également assez élevée pour ne pas pouvoir être dépassée par la moyenne d'une équipe sélectionnée et entraînée.

Au contraire, avec la méthode « initiative-stimulant » décrite par Taylor, que nous appellerons abréviativement « méthode *stimulus* » la fixation de la tâche correspondant au salaire de base résulte d'un marchandage qui porte sur la quantité à produire dans l'unité de temps, le temps d'exécution d'une quantité donnée, ou le prix de celle-ci,

Cete quantité à produire dans l'unité de temps, fixée le plus souvent « à vue de nez », est en général très largement inférieure à la tâche scientifique; et c'est précisément cette lacune dans l'estimation qui rend le salaire « aux pièces » si mauvais; en effet la tâche de base du marchandage est assez faible pour pouvoir être doublée, triplée, quelquefois quintuplée et même davantage, ce qui conduit à des salaires doubles, quintuples, décuples par rapport au salaire de base, c'est-à-dire à des salaires inadmissibles.

Néanmoins, bien ou mal déterminée, au salaire obligatoire correspond une tâche obligatoire; et cette double obligation, l'une imposée au patron, l'autre à l'ouvrier, non plus d'une façon implicite, détournée, mais ouverte, formelle, avec insertion écrite au contrat d'embauchage ou contrat de travail, est précisément un des caractères principaux du salaire moderne.

Ensuite le salaire de base se complète par une partie supplémentaire de caractère facultatif; c'est la bonification ou prime.

Cette prime constitue le paiement de l'activité volontaire que s'impose l'ouvrier en vue des conditions strictement obligatoires du contrat de travail; c'est la partie réservée à la liberté individuelle ouvrière.

Le patron ne se reconnaît pas le droit de peser, au sujet de la prime, sur la décision de l'ouvrier; et celui-ci revendique le droit d'échapper à toute contrainte.

Mais le débat fondamental, en terme technique, le « marchandage » étant supposé réglé à la satisfaction des deux parties, il se trouve que le patron et l'ouvrier ont un intérêt de même nature : c'est l'augmentation de la production. L'ouvrier a intérêt à produire de plus en plus vite parce que son salaire augmentera. Le patron a intérêt à payer une prime croissante calculée de telle manière que, tout en donnant satisfaction à l'ouvrier, elle corresponde cependant à la diminution du prix de la main-d'œuvre.

Dès lors rien ne s'oppose plus à une collaboration confiante, indéfinie, aussi longtemps que durera la fabrication de l'objet ou pièce qui a fait l'objet du contrat de travail, mais ceci à la condition rigoureusement indispensable que le contrat ne soit jamais rompu au détriment de l'ouvrier, quelles que soient les augmentations que pourra subir dans l'avenir la productivité ouvrière, soit du fait de l'amélioration de l'habileté professionnelle, soit du fait des perfectionnements qui seront apportés à l'outillage *par l'ouvrier ou par le patron*. Ce qui est la condition essentielle de l'intime et cordiale collaboration dans un même but du travail et du capital.

Autrement dit le fonctionnement du tarif de salaire et de la prime doit être tel que le contrat puisse revêtir le caractère d'un contrat perpétuel, et soit considéré comme tel par l'ouvrier. Cela nous conduit à examiner quel doit être le meilleur mode de croissance de la prime par rapport à la production, et quelle doit être sa limite supérieure pratique et théorique.

Pour cela étudions sommairement d'abord le tarif » aux pièces ». Soit π_0 le prix du « marchandage » c'est-à-dire le prix d'une pièce, fixé après débat contradictoire, d'après les coutumes locales et professionnelles; ce prix examiné, pesé par l'ouvrier, est estimé par lui capable de lui permettre de « faire sa journée ».

Il se met au travail et produit d'après sa capacité, ses moyens, son activité, un certain nombre de pièces par heure; soit V ce nombre.

Il résulte de là que son salaire horaire est

$$S = \pi_0 V.$$

Et si N est le nombre d'heures de la journée de travail, son salaire journalier sera

$$\Sigma = \pi_0 VN.$$

Ce procédé de paiement est l'ancien système de rémunération du travail, du paiement « aux pièces ».

Nous ajoutons, pour préciser, que c'est le système de la tâche « libre »; en effet le seul facteur du salaire qui soit l'objet au contrat d'une définition, c'est le prix π_0; c'est l'élément patronal.

Au contraire le facteur V qui représente la production horaire non définie, est l'élément ouvrier; n'étant pas défini, en principe, il reste par conséquent à l'entière disposition du travailleur.

Strictement, d'après les termes du contrat, rien n'oblige l'ouvrier à donner à ce facteur une valeur plutôt qu'une autre; il est libre de le faire petit ou grand; le seul résultat de la variation de celui-ci c'est que le salaire horaire,



et aussi le salaire journalier seront petits ou grands selon le cas.

Le prix π_0 ne changeant pas, seul élément qui retienne son attention, le patron estime simplement qu'étant donnés les besoins de l'ouvrier, celui-ci sera obligé par son intérêt même de donner une certaine valeur moyenne de production V, valeur à peu près connue pour l'ensemble de l'atelier.

Ce qui revient à dire que le patron se décharge, sur le tarif lui-même, du soin absorbant et peu agréable, d'établir pour chaque ouvrier la discipline du travail; aussi ce tarif est-il très apprécié des chefs qui aiment leur petite tranquilité.

Réciproquement, le tarif « aux pièces » débarrasse l'ouvrier d'une surveillance minutieuse et tâtillonne, de tous les instants, comme celle exigée par le tarif « à la journée »; celui-ci est, dans une certaine mesure, libre de ses faits et gestes.

Cet avantage patronal et ouvrier, le plus souvent illusoire, est cependant la cause profonde de l'attachement du monde du travail à ce tarif.

Mais rien n'est plus facile que de donner à ce salaire antique le caractère du salaire moderne; il suffit à la « tâche libre », de substituer la « tâche autoritaire » ou « tâche imposée ».

En effet supposons qu'à l'antique contrat qui définit seulement le prix π_0, on ajoute une clause nouvelle fixant une certaine production horaire, soit v_0 pièces à l'heure par exemple.

On voit qu'en même temps que l'on fixe le minimum de la tâche v_0, on fixe du même coup le salaire horaire minimum qui sera

$$s_0 = \pi_0 v_0.$$

Si l'ouvrier dépasse la tâche conventionnelle v_0, et si sa production réelle est V, son salaire deviendra

$$S = \pi_0 v_0 + \pi_0(V - v_0) = s_0 + \pi_0(V - v_0).$$

Cette formule moderne n'est autre que l'ancienne

$$S = \pi_0 V$$

écrite simplement sous une forme nouvelle

$$S = s_0 \frac{V}{v_0} = s_0 + s_0 \frac{V - v_0}{v_0}.$$

Ce changement de forme, sans aucune importance en soi, correspond à une modification complète et profonde du fonctionnement pratique de l'atelier; la place nous manque pour le montrer.

Remarquons de suite que sous les deux formes

$$S = s_0 + \pi_0(V - v_0),$$
$$S = s_0 + s_0\left(\frac{V - v_0}{v_0}\right),$$

le tarif de salaire qui résulte du contrat antique, modernisé par l'adjonction de la condition d'un minimum de tâche, revêt la forme du salaire « à prime ». En effet le salaire réel, S, se compose d'une partie fixe, s_0, le salaire minimum obligatoire, et d'une partie mobile

$$\pi_0(V - v_0) = s_0 \frac{V - v_0}{v_0};$$

En vertu même du nouveau contrat cette seconde partie du salaire est simplement facultative pour l'ouvrier; son intérêt est de l'acquérir par le moyen d'un effort supplémentaire, mais il peut également s'en abstenir.

Cette partie du salaire est l'attrait excitant du salaire mobile que l'amour du gain fera rechercher par l'ouvrier; c'est le *stimulus* du système qui manque au salaire fixe « à la journée ».

Ainsi avec des résultats numériques absolument identiques, mais par la seule introduction formelle d'une clause, qui certes n'est pas nouvelle, mais qui n'existait qu'en intention, ou même qui n'existait pas du tout dans certains cas, on transforme le salaire ancien « aux pièces » en un système de salaire moderne « à prime ».

Donc partout où fonctionne le tarif « aux pièces », partout où tacitement le patron, l'ouvrier, ou les deux à la fois, estiment que le salaire journalier d'un travailleur désigné doit atteindre une certaine valeur minimum, fonctionne aussi, d'ailleurs à l'insu des intéressés, le salaire « à prime »; seulement, parmi les innombrables systèmes « à prime » possibles, c'est pratiquement le plus mauvais, parce que le *stimulus* y est mal calculé.

D'ailleurs, le tarif « à la journée » n'est également, lui aussi, qu'un tarif « à prime », dont le *stimulus* est nul.

En effet le salaire fixe « à la journée » peut s'écrire

$$J = s_0 = \text{const.}$$

Il est théoriquement, aux termes du contrat, indépendant de la production; mais pratiquement, il va sans dire que ce n'est pas le point de vue du patron qui, *in petto*, se réserve le droit, sous peine de congédiement, d'obtenir de son ouvrier le maximum possible; l'ouvrier au contraire songe à ne fournir du travail au patron que « juste pour son argent ».

Mais écrivons

$$S = s_0 = s'_0 + s''_0 \frac{v_0}{V} V.$$

Supposons pour simplifier que $v_0 = 1$ et $V = m$; on a

$$S = s'_0 + \frac{s''_0}{m} m.$$

On voit que le salaire total se compose d'une partie fixe s_0, et d'une partie mobile

$$\frac{s''_0}{m} m,$$

qui est fonction de la production.

Lorsque $m = 1$, c'est-à-dire lorsque l'ouvrier produit 1 pièce par heure, la prime par pièce est

$$\frac{s''_0}{1} \times 1 = s''_0.$$

Le salaire total est

$$S = s'_0 + s''_0 = s_0.$$

Lorsque l'ouvrier produit 2 pièces par heure :

La prime par pièce est..... $\frac{s''_0}{2}$

La prime totale........... $\frac{s''_0}{2} \times 2 = s''_0$

Le salaire total........... $S = s'_0 + s''_0 = s_0 = \text{const.}$

De même lorsque l'ouvrier produit 3, 4, 10 pièces par heure.

Par conséquent ainsi envisagé le système « à la journée » est un système où la prime par pièce est calculée d'une telle manière que le salaire total reste constant. Quelle que soit l'augmentation de l'activité de l'ouvrier, la différence entre le salaire réel, et le salaire de base ou salaire « de journée » reste nulle; le *stimulus* est nul.

Ainsi donc encore partout où fonctionne le tarif « à la journée » fonctionne également un système « à prime »; mais il est mauvais. L'activité de l'atelier résulte seulement, soit de la probité professionnelle ouvrière, soit de l'action de la discipline patronale.

Et ainsi en y réfléchissant on est amené à conclure qu'il n'existe, ni ne peut exister aucun système de tarif de salaire, qui, moyennant l'introduction de la clause moderne qui substitue la tâche « imposée » à la tâche « libre », ne soit un système « à prime » pouvant d'ailleurs affecter toutes les formes algébriques; en effet quand l'activité augmente, la prime peut être négative, nulle, positive, croissante, variable de mille manières; l'essentiel parmi toutes celles possibles est donc simplement de trouver la meilleure pour chaque cas spécial considéré.

Quand l'activité diminue, la prime négative peut prendre le caractère d'une pénalité.

D'ores et déjà on sait que la prime nulle du tarif « à la journée » ne peut pas satisfaire l'ouvrier, ce qui rend ce tarif contraire aux règles de la sociabilité, qui exigent une identité et non un antagonisme d'intérêts. Avec un tel système, le patron, le capital ont intérêt à exiger de l'ouvrier une grosse productivité; l'ouvrier n'a aucun intérêt à la fournir, et il y a un avantage, une satisfaction de bien-être physique, à refuser son labeur, à ménager ses forces. Le système n'est donc supportable que comme un pis aller, et seulement à défaut d'une solution meilleure; et il n'est supporté qu'en raison des nécessités et de l'habitude qui forcent l'homme à subir les maux qu'il ne peut refuser; car d'abord il faut vivre.

Socialement, le tarif « aux pièces » n'est pas meilleur; il force le patron à prendre une attitude tyrannique; ou bien il oblige l'ouvrier à la dissimulation, à la fourberie.

Tout comme le tarif « à la journée », il ne permet pas au patron et à l'ouvrier d'être probes vis-à-vis l'un de l'autre; l'un doit trahir l'autre; au lieu de deux associés il fait deux antagonistes, sinon deux ennemis. En effet d'après les conditions même du contrat de travail, le prix de l'ouvrage π_0, est constant; ou si les ouvriers, sous l'action stimulante énergique du tarif proportionnel, augmentent très notablement leur production, le patron est amené à jeter sur le marché une quantité de marchandise toujours plus grande, à un prix sensiblement constant; le marché s'encombre, le prix tombe. En même temps le bénéfice par unité d'ouvrage diminue également et le patron est conduit nécessairement à abaisser le prix de la main-d'œuvre. L'ouvrier qui n'est pas au courant des raisons profondes de la décision patronale est blessé dans ses sentiments intimes en même temps que dans son intérêt; lorsqu'il a subi successivement plusieurs diminutions, chacune provoquée par son activité, profondément ulcéré, il cesse de poursuivre une augmentation de salaire chimérique qui, après un instant de prospérité, s'évanouit, pour ne lui laisser qu'un labeur augmenté pour une même rétribution.

Ajoutons à la réaction commerciale sur le salaire, qui a le caractère d'un fait inévitable, deux autres raisons qui peuvent motiver la réduction du prix de la main-d'œuvre. Le patron peut imposer cette diminution dans le seul but d'augmenter son bénéfice personnel, et l'ouvrier n'a pas le moyen de discerner quel est le vrai mobile auquel obéit son employeur.

D'autre part la réduction du prix de l'ouvrage peut également, dans des cas particuliers, être imposée par la nécessité de maintenir la discipline de l'atelier; en effet le prix de l'ouvrage peut avoir été, par erreur, fixé à un chiffre trop élevé; ou bien la nature du travail peut être telle que l'exécution devienne de plus en plus facile, au point d'atteindre une rapidité complètement imprévue; dans de telles conditions le salaire de certains ouvriers peut être doublé, quintuplé, décuplé; alors la rémunération des ouvriers privilégiés, affectés à cette tâche favorable, atteint une valeur telle qu'elle provoque des jalousies, des compétitions, des demandes de relèvement de salaire de tous les autres compagnons de l'atelier, demandes qu'il n'est pas toujours possible de satisfaire, et qu'il vaut mieux éviter en réduisant les devis manifestement trop élevés.

Pour toutes ces raisons le tarif « aux pièces » est finalement aussi mauvais, Taylor dit même, et nous nous rangeons à son avis, plus mauvais que le tarif « à la journée ». Ses seuls avantages sont : 1° l'exercice d'une sorte de discipline automatique qui décharge le patron et ses délégués de la surveillance constante du travail; tout se borne à la vérification des pièces finies qui doivent satisfaire à certaines conditions de réception; 2° la simplification de la comptabilité du prix de revient de la main-d'œuvre par pièce; en effet le prix est fixé d'avance, et il reste invariable quelle que soit la variation de l'activité moyenne, soit de l'ouvrier, soit de l'atelier.

Par conséquent le tarif « à la journée » et le tarif « aux pièces » sont de mauvais tarifs industriels; leurs défauts, pour toutes sortes de raisons faciles à imaginer, atteignent leur maximum d'importance dans l'industrie d'État; ils conviennent donc mal à une fabrication intensive des armes et des munitions; il est donc naturel de songer à les remplacer par un système plus favorable.

Le seul motif raisonnable qui puisse être légitimement invoqué contre une modification des tarifs en usage est le changement des habitudes du personnel ouvrier et contremaître, et la perturbation momentanée qui pourrait en résulter dans la fabrication.

Cette objection serait capitale si elle ne pouvait être levée, car en effet toutes considérations techniques ou économiques doivent s'effacer présentement devant



l'obligation absolue de ne pas ralentir, même une seule minute, l'effort industriel de la nation.

Nous montrerons dans le prochain article que la substitution du salaire moderne à l'ancien salaire peut se faire par un procédé nouveau, étudié spécialement en vue de son application à la fabrication des armes de guerre, sans aucune complication ni modification, soit dans le régime des ateliers, soit dans l'établissement de la comptabilité du travail.

Le changement peut être exécuté instantanément, sans qu'il en résulte une réaction défavorable, même légère, sur la productivité générale des usines à matériel de guerre.

F. Bayle, ingénieur.

La fabrication de l'outillage économique en France.

Pendant de longues années nous avons été tributaires de l'Angleterre et des États-Unis pour la plus grande partie du matériel de fabrication. Plus récemment, nous devenions tributaires de l'Allemagne qui, en raison de son développement industriel et de l'application abusive du « dumping », était parvenue à supplanter nos précédents fournisseurs. Les événements actuels ont démontré les inconvénients de cette situation et des efforts sont faits de toutes parts pour y remédier non seulement aujourd'hui mais encore dans l'avenir. En particulier le Ministre du Commerce a adressé aux Chambres de Commerce diverses circulaires à ce sujet, dont l'une demandait de préciser les renseignements déjà fournis, afin « de lui permettre d'établir une documentation d'ensemble devant être immédiatement utilisée en vue de résultats pratiques ».

La Chambre de Commerce d'Orléans a répondu à cet appel par l'envoi d'un rapport de M. O. Arnodin, l'ingénieur bien connu par ses travaux sur les ponts suspendus, dont les ateliers sont situés à Châteauneuf-sur-Loire, dans le département du Loiret. Ce rapport, remarquable en tout point, fait état de considérations dont la portée dépasse de beaucoup les limites d'action de la Chambre de Commerce d'Orléans. Nous avons dès lors pensé que nos lecteurs le liraient avec intérêt et nous le reproduisons ci-dessous dans son intégralité.

Coup d'œil en arrière. — Pour juger plus sainement de la situation et en tirer les enseignements qu'elle comporte, il est intéressant de jeter un rapide coup d'œil sur l'évolution industrielle des principales nations entre les mains desquelles se trouve concentrée la production industrielle mondiale, tant il est vrai que l'histoire constitue l'expérience des nations.

Avant le xixe siècle, la fabrication des outils n'était pour ainsi dire pas industrialisée, chaque groupe d'artisans fabriquant ceux qui étaient nécessaires à son métier spécial; il est donc sans utilité d'étendre nos recherches aux époques antérieures.

Angleterre — L'Angleterre, après la lutte contre Napoléon qui a entraîné des sacrifices énormes pour l'époque, mais qui, comme compensation, lui avait donné l'empire des mers, comprit qu'elle ne pourrait se relever que par un essor commercial et industriel surpassant tout ce qu'elle avait pu réaliser jusque-là dans son histoire. Elle fut du reste, par la suite, favorisée par l'apparition de la navigation à vapeur, par son sous-sol riche de charbon, par la vulgarisation des chemins de fer et par les aptitudes mécaniques et industrielles de ses ingénieurs parmi lesquels les Stephenson, les Brunel [1], etc.

On installa des usines, on perfectionna les anciens outils, on en créa de nouveaux, si bien que dans la première moitié du xixe siècle, l'Angleterre fut la plus grande nation industrielle du monde et qu'elle fournit alors la plus grande partie des machines-outils des industries nouvelles.

Amérique. — Cette situation dura jusqu'après la guerre de Sécession en Amérique. Cette guerre entraîna, elle aussi, des dépenses considérables.

Pour combler le trou qu'elle avait formé dans leur budget, les Américains songèrent à intensifier l'exploitation du sol et du sous-sol de leur vaste et riche territoire et à créer pour cela des instruments pouvant suppléer à la pénurie des hommes.

On fit aussi appel à l'immigration européenne qui se présenta nombreuse et variée; elle s'y fondit dans le grand creuset américain et il en sortit de nombreux inventeurs et ingénieurs, à l'esprit entreprenant, si bien que jusqu'en ces dernières années, l'outillage américain était à un haut degré de perfectionnement qui, sur certains articles comme les instruments agricoles, n'a pu encore être dépassé ou même atteint par aucune autre nation.

Allemagne. — Après la guerre de 1870, l'esprit pangermaniste ne put s'en tenir en Allemagne aux seules conquêtes militaires et voulut étendre son hégémonie dans le domaine commercial.

A ce moment, c'était l'outil américain qui dominait le marché mondial. Les Allemands, esprits peu inventifs par nature, mais très méthodiques dans la recherche de la mise en valeur des inventions des autres, envoyèrent nombre de leurs ingénieurs en Amérique s'instruire sur la fabrication des machines et copier les outils nouveaux.

Grâce à ces travaux de recherches, l'Allemagne monta chez elle de grandes fabriques d'outils, et lorsqu'a éclaté la guerre de 1914, elle dominait de beaucoup les fabriques anglaises, sauf pour l'outillage des gros laminoirs, et commençait à supplanter les outils américains, à l'exception des machines agricoles. Elle avait acquis une maîtrise incontestée pour le matériel électrique.

Nous voyons donc, que chaque grande guerre a fait naître chez les nations victorieuses un mouvement industriel de beaucoup plus intense que celui qui existait précédemment, mouvement grâce auquel elles purent exporter et vulgariser dans le monde entier leurs outils et leurs méthodes de construction au grand profit de leurs nationaux.

Cela se conçoit, non seulement du fait que la victoire a augmenté leur rayonnement international, mais aussi parce que, lors de l'élaboration des traités de paix, le vainqueur a pu et a su imposer des clauses favorables à son commerce et à son industrie; nous en avons fait en France la triste expérience par le traité de Francfort.

Toutefois, il faut remarquer que si l'après-guerre a été pour les trois nations envisagées un stimulant énergique pour une plus grande expansion industrielle, elles n'ont pas du tout suivi les mêmes voies pour y parvenir :

L'Angleterre, maîtresse des grandes voies commerciales, entraînée par les théories de Richard Cobden, s'est lancée dans le libre échange; elle pouvait se le permettre, car elle était alors en état de pouvoir, plus que toute autre nation du globe, offrir et transporter en marchandises d'échange les produits toujours grandissants de son outillage.

L'Amérique, qui avait les espaces et la matière première, mais pas assez d'hommes, ouvrit toutes grandes ses portes à l'immigration, mais les ferma farouchement, par des tarifs protecteurs

[1] Brunel (1769-1849), ingénieur français, au cerveau puissant, dut s'expatrier et se fixer en Angleterre, parce que ses conceptions hardies le faisaient prendre pour un déséquilibré. Il était en avance sur son époque.



exorbitants, aux matières de fabrication étrangère, ce, afin d'obliger ses nationaux à monter sur territoire américain des industries susceptibles de pouvoir alimenter le pays et concourir à son développement ultérieur.

Cela se fit tant et si bien que, vers 1900, l'outil américain dominait le monde.

L'Allemagne, pour faire coin entre ces deux rivaux qu'elle rêvait de supplanter, sentit bien qu'elle ne pouvait y parvenir ni par le libre échange, ni par la protection à outrance, moyens discutables, mais loyaux. Elle s'adressa à une troisième méthode dite de « pénétration économique ». Lorsqu'elle se sentit suffisamment organisée pour fabriquer économiquement et en grand un article, elle mit en branle, pour le placer à l'étranger, ses consuls admirablement stylés, ses voyageurs obséquieux et tenaces, et à chaque fois que cela était nécessaire pour enlever un marché, elle fit jouer le système, d'une loyauté contestable, des ristournes et des primes, grâce auquel une marchandise fabriquée en Allemagne pouvait être vendue à l'étranger meilleur marché que dans son pays d'origine, le bénéfice souvent exagéré pris sur le consommateur intérieur devant contribuer à combler la perte sur la vente à l'extérieur, quitte à relever les prix lorsque la concurrence aura été annihilée.

En d'autres termes, *tuer le concurrent pour être seul maître du marché*. C'est bien là et en toute chose la conception du pangermanisme.

Un exemple pris sur le vif fera bien comprendre la fausse position d'un tel système que, seule, la mentalité allemande pouvait ériger en principe commercial.

Un industriel d'Aix-la-Chapelle, ayant résolu d'acheter une dynamo à la firme Schuckert de Nuremberg, découvrit qu'il avait un avantage marqué à l'acheter livrable à Liège sous un faux nom pour toucher la prime concurrençant les constructeurs étrangers; avec cette prime, il avait de quoi payer le double transport d'Aix-la-Chapelle à Liège, la douane pour la rentrée en Allemagne et réaliser encore une soulte de bénéfice. Nous pourrions citer de nombreux exemples analogues.

Certes, le système a donné des résultats pratiques puisque, à n'envisager que la France, il a fait refluer l'outil américain et a entravé à tel point notre fabrication nationale, que les grandes Maisons de quincaillerie et d'outillage n'offraient guère que des outils et articles allemands, à telle enseigne que la plus grosse maison d'outillage de Paris était avant la guerre le vendeur exclusif de la firme Reinecker de Chemnitz.

Cette pénétration ne s'est pas bornée à la France, mais affecta les Anglais sur leur propre marché; elle a dominé nettement tous les concurrents en Espagne, en Roumanie, en Autriche, en Turquie, presque partout en un mot, à l'exception des Etats-Unis.

Et nous. — Pour compléter cette rapide revue portant sur trois époques, trois nations et trois méthodes, il peut être intéressant de mettre en regard ce qui s'est passé chez nous, en restant toujours dans le domaine de l'outillage industriel.

A la suite de la Révolution et des guerres de l'Empire, la France s'est trouvée tellement bouleversée dans toute son organisation qu'elle dut prendre un certain temps pour s'adapter aux conditions nouvelles; tout le règne de la Restauration y passa.

Après 1830, le Gouvernement de Louis-Philippe remit en honneur le travail national; il y avait tant à faire : routes, ponts, voies ferrées, ports et fortifications des places fortes, conquête de l'Algérie, etc. C'est à cette époque qu'ont été construites ces belles routes qui sont restées pour le territoire français une parure nulle part égale. On n'eut guère le temps alors de faire progresser la branche outillage mécanique qui, du reste, n'était encore qu'à l'état embryonnaire.

Vint la République éphémère de 1848, puis l'Empire, qui ne fit que poursuivre le mouvement si bien commencé par Louis-Philippe, développa l'instruction publique et les arts, se fia trop en dernier lieu aux lauriers acquis dans les guerres d'Italie et de Crimée et s'adonna aux jouissances matérielles, pendant que le pangermanisme naissant se préparait en silence à prendre en Europe la place prépondérante occupée par la France et forgeait déjà pour cela ses armes guerrières et industrielles, dont 1870 nous a malheureusement démontré la puissance.

De 1871 à 1876, la population française se mit dans son ensemble résolument au travail pour panser les plaies laissées par la guerre et, grâce à une série de belles récoltes fournies par cette bonne terre de France, les fortunes publiques et privées furent vite reconstituées. L'industrie de l'outillage mécanique suivit le mouvement, malheureusement moins vite qu'en Allemagne, car l'essor général fut par la suite entravé par la politique outrancière qui, partant de groupes et de sous-groupes d'un Parlement verbeux et imprévoyant, gagna les plus petites communes, l'intérieur des ateliers et même des familles, à tel point que naguère encore on trouvait dans tous les cantons un délégué politique chargé d'espionner et de noter les opinions intimes de chacun, alors que, dans aucun, on ne rencontrait un agent chargé de faire le recensement de l'outillage susceptible d'être utilisé en cas de guerre ou d'alimenter l'industrie en temps de paix.

Le résultat fut ce que logiquement il devait être, et peut être mesuré par des chiffres; la valeur en capital des quelques établissements fabriquant encore l'outillage chez nous pouvait être évaluée, lors de la mobilisation, de 30 à 40 millions de francs, alors que cette valeur dépassait un milliard en Allemagne.

Le gouvernement allemand, lui, ne l'ignorait pas et ce fut, certes, une des raisons de l'envahissement par la Belgique et le Nord afin d'enlever tout d'abord à la France la région la plus industrielle et ses charbonnages, sans lesquels, on en avait la croyance, elle ne pourrait continuer la lutte.

Il est certain que si l'envahissement avait eu lieu à notre frontière de l'Est vers Belfort sur une même quantité de kilomètres carrés et que le Nord fut resté inviolé, nous nous serions trouvés en bien meilleure posture pour nous défendre, grâce à l'appoint de cette puissante région industrielle. La région d'Albert et de Maubeuge est, en effet, celle de France où se produit la plus grande partie des machines-outils : tours, fraiseuses, perceuses, etc., qui nous ont tant manqué pour nous mettre à la production intensive des munitions de guerre.

Fort heureusement, à la faveur de l'union sacrée, l'ensemble de la population, armée ou civile, a été sublime; tout le monde s'est mis à la besogne d'un même cœur; les magasins des marchands d'outillage ont été vite vidés, même ceux de marque allemande; mais comme cela était loin, très loin même de suffire, il a fallu recourir à l'étranger pour en avoir plus. C'est ainsi que, pour les tours seuls, il nous a fallu verser des centaines de millions aux usines américaines et payer nombre d'outils au double et au triple de leur valeur; des tours de 3500 fr furent achetés couramment 8000 fr et 9000 fr; il en fallait à tout prix. Mais le plus navrant, c'est que pendant ces recherches, ces transports, ces achats et ces installations, la lutte se poursuivait à notre désavantage contre un ennemi mieux outillé, entraînant chaque jour de nouvelles souffrances et de nouveaux deuils dont beaucoup auraient été évités par plus de prévoyance.

La guerre est donc venu démontrer par le fait, et terriblement, l'utilité qu'il y a, pour une nation qui veut rester libre, à fabriquer ses outils chez elle et à être assez puissamment outillée pour faire face, le cas échéant, à un gros à-coup.

Voyons l'avenir. — Il ne faut pas se dissimuler qu'au retour de la paix, il sera difficile de trouver des industriels pour monter de grandes fabriques d'outillage; le tableau se présente en effet peu attrayant. Les capitaux seront rares et de loyer élevé; l'énorme quantité de tours, de perceuses et de fraiseuses qui travaillent aujourd'hui pour la guerre vont devenir libres pour la plupart; comme il y aura pléthore, ils se vendront à vil prix. Les fabricants américains qui se sont montés en grand pour produire de façon de plus en plus intensive auront vite du trop plein qui viendra concurrencer, avec bas prix, nos constructeurs nationaux. On nous dit de plus que les Allemands ont accumulé de gros stocks destinés



à être écoulés en France, en Belgique et en Russie dès la cessation des hostilités, pour améliorer leur change et être vendus aux régions envahies où ils ont systématiquement détruit ou déménagé les fabriques pour se créer une situation privilégiée en vue de la reprise des affaires. Enfin, et par-dessus tout, l'industriel redoutera d'être délaissé des ateliers de l'Etat dans l'avenir, comme il l'a été dans le passé.

Pour se convaincre de ce délaissement, il suffit de visiter les arsenaux et ateliers de l'Etat; on y remarquera que presque tout le vieil outillage anti-moderne est de construction française, sa vieillesse même affirme sa qualité, mais que presque tout l'outillage moderne est de construction étrangère, introduit avec ou sans faux nez, avec ou sans nécessité.

Ces faits ont découragé nombre de nos constructeurs qui ont considéré comme trop aléatoire de se lancer dans les sacrifices qu'entraîne toujours la création d'une usine, de modèles nouveaux, d'un personnel spécial, alors que l'Etat, qui devrait représenter le client le plus fidèle de l'industrie nationale, est, au contraire, celui qui donne l'exemple des infidélités.

Que l'on ne dise pas, pour justifier une telle conduite, que nos ouvriers ou nos constructeurs sont moins habiles que ceux de l'étranger, alors qu'au contraire l'expérience prouve que la construction française est généralement supérieure; les Bariquand, les Bouhey, les Huré, etc. font des machines-outils ne le cédant en rien aux plus réputées des firmes allemandes.

Invoquera-t-on aussi la question des prix : nous avons vu précédemment comment l'Allemagne arrivait à les fausser par le système des ristournes. Même si l'on admet, ce qui n'est pas toujours vrai, que les prix des constructeurs français soient plus élevés que ceux de leurs concurrents, ce n'est pas une raison suffisante pour que l'Etat délaisse nos produits nationaux. Agir ainsi est de la part de l'Etat une grosse faute économique.

Prenons un exemple pour en mieux faire comprendre l'importance.

L'Etat achète pour 100 000 fr de machines-outils à l'étranger parce que les constructeurs français font le prix de 110 000 fr pour l'article similaire. Il sort donc de France 100 000 fr; cela appauvrit d'autant la collectivité.

S'il achète en France, cette même collectivité paie 110 000 fr il est vrai, mais elle ne s'appauvrit pas, car elle se paie à elle-même et cette somme versée d'abord au fournisseur français, passe en achats de matières premières, en paiement de main-d'œuvre, en transports, en bénéfices, etc. sans sortir du pays.

Comme la matière première n'est elle-même que de la main-d'œuvre matérialisée, la somme se répand donc dans le public pour l'achat d'aliments, de vêtements, de loyers, en un mot pour les besoins de la vie, si bien que finalement elle retourne à la collectivité, d'où elle est sortie, et une partie va dans les caisses du Trésor par le jeu des impôts. Les 110 000 fr vivifient donc la vie nationale alors que les 100 000 fr sortis de France sont perdus pour elle.

C'est donc un crime de lèse-économie de la part de l'Etat que d'acheter à l'étranger, notamment en Allemagne, en temps normal, l'outillage que nos industriels peuvent produire en France, même au prix d'un sacrifice passager pour l'acheteur qui est l'Etat.

La faute emprunte une gravité exceptionnelle dans la guerre actuelle, du fait qu'il faut payer à l'étranger les machines-outils qui nous manquent à un prix énormément supérieur à celui auquel nous pourrions les produire si nous avions des établissements assez puissamment organisés pour les fabriquer, du fait aussi que, pour les payer, il faut faire des sorties d'or, que les circonstances obligent au contraire à conserver précieusement, ou subir une dépréciation du change qui dépasse 10 pour 100 et augmente d'autant le coût des objets importés.

Qui dira combien de milliards ont été perdus et combien peu de millions ont été économisés, en apparence seulement nous venons de le démontrer, en délaissant notre fabrication nationale, car il va de soi, sans qu'il soit besoin de nous étendre davantage, que ce que nous venons de constater pour la machine-outil peut s'appliquer également aux wagons, aux locomotives, aux bateaux, au matériel électrique que nous demandions si facilement à l'Allemagne avant la guerre, alors que toutes les compétences affirment qu'avec un peu plus de prévoyance et de méthode nous aurions été mieux organisés pour produire chez nous [1].

A ceux qui en douteraient, il suffit de montrer que toutes les usines de guerre qui, parties de rien, avec rien, même sans main-d'œuvre expérimentée, ont pu s'établir et produire en moins de deux ans considérablement plus qu'on ne pouvait l'imaginer.

Nous entendons bien que d'aucuns vont répondre, pour excuser leur erreur: «Mais il a bien fallu s'adresser à l'étranger, puisque les fabricants français ont déclaré qu'ils étaient dans l'impossibilité de fournir dans les trop courts délais qui étaient accordés.» Tel a été le cas à maintes reprises, pour les locomotives par exemple. De deux maux, il a fallu choisir le moindre : ou acheter au dehors ou se passer de machines, ce qui aurait été encore plus funeste. Mais au lieu de donner les commandes par à-coups, serait-il si difficile de les régulariser et alors les industriels s'organiseront pour y suffire.

Il y a quelque 10 ans, un groupe avait projeté de monter un grand atelier spécial pour la construction de locomotives. Il en a été vite découragé, en voyant les commandes françaises fuir à l'étranger, notamment vers l'Allemagne, alors que jamais les commandes de cette nation ne venaient chez nous.

Les Allemands ont une autre conception qu'il nous a été donné de prendre sur le vif, lors d'un voyage que nous avons eu l'occasion de faire vers 1902, aux ateliers de câbles métalliques de la Felten Guilleaume Kabelswerke, à Mulheim-sur-Rhin, près Cologne.

Le gouvernement allemand avait résolu de se relier à l'Amérique par un câble sous-marin lui appartenant. Comme on n'était pas encore expérimenté dans la construction de ce genre de câble, la firme en question fut invitée au préalable à étudier la question; elle détacha un délégué pour aller dans les fabriques anglaises étudier subrepticement ce genre de fabrication. Ensuite, le gouvernement allemand institua ce que l'on peut appeler un « concours préalable » international, dans lequel on demande des offres avec projet descriptif tout en se réservant d'accepter ou de refuser ces offres, fussent-elles même les plus avantageuses.

Naturellement, les fabricants anglais, outillés, expérimentés, avec un outillage amorti, se présentèrent avec des prix bien inférieurs à ceux de la Felten Guilleaume Kabelswerke; alors le gouvernement lui donna communication des projets anglais en l'invitant à soumettre des conditions inférieures lors de l'adjudication définitive.

Après avoir trituré à nouveau ses prix de revient, elle dut reconnaître qu'à moins de se résoudre à faire une affaire ruineuse, elle ne pourrait atteindre les prix anglais.

Alors, elle eut l'idée de rassembler les délégués de ses ouvriers presque tous affiliés au Syndicat socialiste, lesquels, après examen de la situation, décidèrent d'accepter une diminution de leur salaire pour abaisser le prix de revient dans la mesure utile, étant entendu que ces salaires reprendraient leur cours normal aussitôt que cette fourniture évaluée à 25 millions serait achevée.

Le résultat de la manœuvre fut que le câble a été exécuté en Allemagne, ce à quoi on voulait arriver.

Nous ne saurions blâmer les socialistes allemands de ce qu'ils se sont montrés patriotes, mais nous admirons la naïveté des socialistes anglais et de ceux de France qui reviennent de Zimmerwald et de Kienthal en croyant à la solidarité des socialistes allemands, solidarité que ces derniers ne font jouer que lorsque leur avantage est en jeu. Quant au gouvernement allemand, il donna une fois de plus un exemple de la duplicité dont il est capable.

(1) L'un de nos distingués ingénieurs électriciens, M. Hillairet, ne vient-il pas d'indiquer, dans une conférence devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, que pour le matériel électrique la France pourrait se suffire à elle-même (Voir *La Revue électrique*, t. XXII, 19 février 1915, p. 179).



C'est donc un exemple à éviter, mais il nous a paru bon de le mettre en lumière pour montrer la lutte dure et âpre que nous aurons à soutenir au retour de la paix sur le terrain industriel contre un tel ennemi. Comme pour la guerre armée, nous ne pourrons escompter la victoire que par l'union de tous : Etat, capitaux, industriels, commerçants et ouvriers, sans quoi nous continuerons à végéter au quatrième plan où nous étions tombés avant la guerre en tant que nation industrielle.

Programme. — Il semble prématuré d'établir dès maintenant un programme, alors que nous ne savons pas quel est le régime douanier qui réglera nos rapports, non seulement avec nos ennemis, mais encore avec nos amis alliés; néanmoins, il semble que certaines lignes directrices peuvent être indiquées, parce que sans elles on ne fera qu'œuvre vaine.

a. Les services de l'Etat devront être absolument tenus de s'adresser à l'industrie nationale pour tout ce qu'elle peut produire. Ils devront établir leur programme de fabrication en l'adaptant, autant que faire se pourra, à la capacité des ateliers producteurs comme délai et comme modèles.

b. Le Gouvernement devra prendre des mesures pour restreindre l'émission des emprunts étrangers en France, afin que les capitaux disponibles puissent se diriger sur les industries nationales.

c. Certaines lois ouvrières qui ont eu pour résultat d'entraver la production industrielle, notamment celles qui s'opposent à un bon recrutement de l'apprentissage, devront être remaniées.

d. Les vendeurs, commissionnaires ou entrepositaires d'outils fabriqués à l'étranger, seront assujettis à une patente supplémentaire spéciale et élevée, de façon à atténuer pour le Trésor la perte des impôts de toutes sortes qu'il percevrait sur la fabrication nationale.

e. L'industriel devra perdre la néfaste habitude de considérer le concurrent comme un ennemi au lieu d'en faire un collègue et un allié, avec lequel il peut avoir avantage à s'entendre dans beaucoup de cas pour l'achat de matières premières ou pour exécuter en participation tout ou partie de commandes trop importantes pour lui seul. Là encore, la guerre actuelle aura démontré cette éternelle vérité : *l'union fait la force.*

Il devra notamment s'appliquer à spécialiser sa fabrication sur un petit nombre de modèles, ceux sur lesquels il excelle, et fabriquer en séries pour atteindre la quintessence des bas prix de revient compatibles avec une bonne rémunération de la main-d'œuvre et éviter d'être *touche-à-tout* comme l'industriel français a généralement tendance à le faire.

C'est ainsi que nous voyons les mêmes maisons d'outillage fabriquer indistinctement des tours, des fraiseuses, des raboteuses, des poinçonneuses, des machines à percer, à meuler, etc., vendre cher chaque article en gagnant peu dessus, le concurrent agissant de même; alors qu'en se spécialisant sur les tours, le concurrent sur les fraiseuses, un autre sur les raboteuses, etc., les frais généraux seraient moindres, la production plus grande et plus économique, avec un capital de roulement plus réduit.

Cela est aussi vrai pour les autres industries que pour l'outillage.

Il faut surtout que l'on sache bien que la Nation qui achète son outillage à l'étranger se place de ce fait dans une sorte de dépendance économique, non seulement parce qu'il lui faut exporter du numéraire en échange de cet outillage, mais aussi parce que l'outil importe avec lui sa manière de travailler que l'employeur est inconsciemment, mais fatalement, conduit à adopter. C'est là une sorte de servitude qui convient mal au tempérament inventif et prime-sautier du Français.

Tout concourt donc pour que le Gouvernement, l'industriel fabricant, comme l'acheteur, fassent l'effort nécessaire pour fabriquer en France l'outillage dont nous pouvons avoir besoin, au lieu de nous laisser envahir et suborner par les vendeurs allemands comme cela avait lieu avant la guerre.

Le marché du carbure de calcium en France (*Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er septembre 1916, p. 21). — Lorsqu'au début de 1915 le carbure de calcium fut réquisitionné par l'autorité militaire principalement pour la soudure autogène, le prix fixé était trop bas pour permettre le développement de cette fabrication, d'autant plus que d'autres fabrications plus urgentes sollicitaient les industriels. Aussi dut-on importer, en 1915, 18 973 quintaux de carbure; les statistiques douanières comprenant aussi bien les importations de la zone frontière, où sont plusieurs usines françaises à carbure, que les importations de l'étranger, il est difficile de fixer l'importance de ces dernières; il est toutefois certain que la plus grande part des importations provient d'Espagne, de Suisse et d'Italie. Le carbure importé n'étant pas tarifé, son cours s'élève rapidement au-dessus de celui imposé au carbure français. On dut relever ce dernier, ce qui amena une augmentation de la production, augmentation toutefois encore insuffisante pour satisfaire aux besoins de la défense nationale.

Le four électrique dans la métallurgie du zinc (*Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 15 septembre 1916, p. 41-42). — Cet article est le résumé d'une étude présentée à l'Institute of Metals par A. Stansfield, professeur à l'Université Mc Gill, à Montréal. Ce dernier constate que, malgré les efforts dépensés, aucune méthode de réduction des minerais de zinc au four électrique ne donne entière satisfaction. Cependant le traitement métallurgique ordinaire est très coûteux, il n'utilise qu'une faible partie de l'énergie calorifique du charbon, en outre il est intermittent alors que le traitement au four électrique est continu. Un point délicat et qui n'a pas encore été résolu est la condensation de la vapeur de zinc; il conviendrait d'obtenir un métal fondu alors qu'on obtient surtout une poudre bleue contenant un oxyde de zinc. Un autre point est relatif au grillage du minerai qui, dans la métallurgie ordinaire, doit être poussé jusqu'à ce que le minerai ne contienne pas plus de 1 pour 100 de soufre, ce qui exige une grosse dépense de travail et de combustible; on espère avec le four électrique, sinon se dispenser de cette opération, au moins la limiter bien au delà de 1 pour 100 de soufre; l'élimination du soufre dans le four se ferait par le fer ou plus simplement par la chaux et le charbon qui donnent du sulfure de calcium et de l'oxyde de carbone. Pour résoudre ces divers points des expériences ont été faites par W. Mc. A. Johnson sur une large échelle dans une usine de Hartford, Connecticut; le procédé employé dans ces essais a été examiné par le Gouvernement canadien en vue de son application aux minerais de la Colombie britannique, mais apparemment il n'a pas donné complète satisfaction. Avant la guerre ces minerais, qui sont plombeux, étaient concentrés de manière à ce qu'ils contiennent 40 pour 100 de zinc et ces concentrés étaient envoyés aux Etats-Unis. Mais depuis la guerre les Américains ne veulent plus les recevoir; d'autre part le Canada manquait de zinc pour la fabrication des munitions. Ce sont ces deux causes qui ont motivé l'étude du traitement au four électrique. L'échec de ce procédé fit revenir à la méthode électrolytique et une grande usine a été construite par la Consolidated Mining and Smelting Co, à Trail, Colombie britannique, pour travailler suivant une variante du procédé Létiange consistant à griller le minerai, à traiter le produit grillé par l'acide sulfrrique puis à électrolyser le sulfate obtenu; cette usine est capable de produire 30 tonnes à 40 tonnes de zinc par jour; d'autres usines analogues sont en construction à Anaconda, dans le Montana, et à Welland, dans l'Ontario. — « Il semble donc, conclut l'article, pour l'instant, par cet exemple et d'autres que nous pourrions citer, que le procédé électrothermique de réduction des minerais de zinc doit être supplanté par le procédé électrolytique. Mais nous n'en croyons rien, actuellement nous sommes en guerre, il faut aller vite et ne pas prolonger les études. Mais il arrivera certainement un moment où le problème sera résolu et où le four électrique utilisant de l'énergie bon marché traitera avec succès tous ces minerais complexes à basse teneur qui encombrent les mines métalliques. »



TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Effet Hall et les phénomènes connexes dans les métaux rares et les alliages; Alpheus-W. Smith (*Physical Review*, juillet 1916, p. 79-88). — Les recherches expérimentales ont porté sur le molybdène, le tungstène, l'indium, le cérium, le tantale, le thallium, le lithium et l'alliage fer-cobalt correspondant à la composition Fe^2Co. Les échantillons, taillés sous forme de lames de 1,5 cm de large et 4,0 cm de long, ont été soumis à des champs magnétiques compris entre 17 000 et 18 000 unités C. G. S. Les mesures de l'effet Hall ont été faites à la température du laboratoire (24° C.). Dans l'étude de l'effet Nernst la moyenne des températures aux deux extrémités de la lame est demeurée voisine de 60° C. Les coefficients k' et k'' de l'effet Hall et de l'effet Nernst (voir *Recueil de Constantes physiques*, tableau 282), exprimés en unités C. G. S. sont indiqués dans le tableau suivant :

Métal.	$k' \times 10^4$.	$k' \times 10^5$.
Indium	− 0,73	+ 3,2
Lithium	− 17,0	+ 16,0
Molybdène..........	+ 12,6	− 17,2
Tungstène..........	+ 11,8	− 100,0
Cérium.............	+ 19,2	+ 10,0
Tantale.............	+ 10,1	+ 9,8
Thallium	+ 2,4	− 3,7
Fe^2Co	+ 13,3	+250,0
Fer.................	+110,0	− 81,0
Cobalt...............	+ 24,0	+200,0

Sauf dans le cas de l'alliage fer-cobalt, ces coefficients sont indépendants du champ magnétique et ont des valeurs qui sont de l'ordre de grandeur des coefficients relatifs aux métaux tels que le cuivre et l'argent. — Dans l'indium et le lithium, l'effet Hall a le sens indiqué par la théorie électronique; mais pour les autres métaux, il est de sens opposé. Le sens de l'effet Nernst dans l'indium, le lithium, le cérium, le tantale et l'alliage fer-cobalt est celui que permet de prévoir la théorie électronique; il est opposé dans le molybdène, le tungstène et le thallium. — L'effet von Ettingshausen a été étudié dans quatre séries d'alliages du bismuth. L'addition de faibles quantités de plomb ou d'étain au bismuth entraîne une diminution rapide de la grandeur de cet effet. L'addition de cadmium ou d'antimoine au bismuth produit d'abord une augmentation de cet effet qui atteint bientôt un maximum et décroît ensuite rapidement si l'on augmente la concentration en antimoine ou en cadmium. — L'effet von Ettingshausen dans les alliages du bismuth avec l'étain, le plomb ou le cadmium n'est pas proportionnel au champ magnétique, l'écart à la loi de proportionnalité allant en croissant avec la concentration en étain, en plomb ou en cadmium.

Variation du courant photo-électrique en fonction de l'angle d'émission et de l'épaisseur de la couche; Willard Gardner (*Physical Review*, juillet 1916, p. 70-78). — L'auteur a étudié expérimentalement la distribution angulaire des courants photo-électriques émis par des plaques métalliques de différentes épaisseurs; il réalise de très minces couches métalliques par pulvérisation cathodique sur une plaque de quartz. Les courbes obtenues indiquent une décroissance du courant à mesure que l'angle d'émission augmente, quelle que soit l'épaisseur; la forme des courbes varie légèrement suivant l'épaisseur, tout en conservant la même allure générale. L'intensité du courant augmente avec la pression réalisée dans la cellule photo-électrique, ce qui peut être attribué à l'ionisation produite par les électrons. — L'auteur propose une théorie basée sur les hypothèses suivantes : 1° l'émission d'électrons par une molécule ou un élément infinitésimal est la même suivant toutes les directions; 2° la loi d'absorption des électrons par la matière est une loi logarithmique comme pour la lumière; 3° le nombre réel des électrons émis par un élément de volume est proportionnel au volume de l'élément et à l'intensité de la lumière à l'intérieur de l'élément. — Désignons par k_1 le coefficient d'absorption de la matière pour les électrons, par k_2 le coefficient relatif à la lumière; par C le nombre d'électrons émis par l'unité de volume pour l'unité de lumière. Si l'on appelle I_0 l'intensité de la lumière à la surface, l'intensité à une profondeur x dans le métal est

$$I = I_0 e^{-k_2 x};$$

le nombre dN d'électrons émis par un élément de volume $dx\,dy\,dz$ dans un angle solide Ω a pour expression

$$dN = C I_0 \frac{\Omega}{4\pi} e^{-k_2 x}\, dx\, dy\, dz.$$

Pour un angle solide Ω d'incidence moyenne θ la longueur du trajet suivi par les électrons dans le métal est $x \sec\theta$, ce qui fournit pour le nombre d'électrons émis

$$dN_\theta = C I_0 e^{-(k_1 \sec\theta + k_2)x} \frac{\Omega}{4\pi}\, dx\, dy\, dz,$$

d'où, pour la plaque entière

$$N_\theta = \int_0^{x_1} C I_0 e^{-(k_1 \sec\theta + k_2)x} \frac{\Omega}{4\pi}\, dx\, dy\, dz.$$

Si l'on pose

$$C I_0 \int \frac{\Omega}{4\pi}\, dy\, dz = A,$$

l'intégrale devient

$$N_\theta = \frac{A \cos\theta}{k_1 + k_2 \cos\theta} \left[1 - e^{-(k_1 \sec\theta + k_2) x_1}\right].$$

Pour une plaque épaisse le terme exponentiel s'évanouit, ce qu donne

$$N_\theta = \frac{A \cos\theta}{k_1 + k_2 \cos\theta}$$

pour le côté éclairé. Pour de minces couches, un développement analogue fournit, pour l'émission en arrière de la couche,

$$N_\theta = \frac{A \cos\theta}{k_2 \cos\theta - k_1} \left[e^{-k_1 x_1 \sec\theta} - e^{-k_2 x_1}\right].$$

Les courbes théoriques que fournissent les relations précédentes pour des valeurs des constantes prises arbitrairement, ont la même forme générale que les courbes expérimentales, ce qui semble indiquer que « les hypothèses fondamentales faites ne sont pas très éloignées de la vérité ».

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

Décret relatif à la distribution d'énergie aux établissements travaillant pour la défense nationale.

Le Président de la République française,

Sur le rapport des Ministres de la Guerre, des Travaux publics et de l'Intérieur,

Vu la loi du 5 août 1914 relative à la prorogation des échéances des valeurs négociables et notamment l'article 2 permettant au Gouvernement, pendant la durée des hostilités, de prendre dans l'intérêt général, par décret, en Conseil des Ministres, toutes les mesures nécessaires pour faciliter l'exécution ou suspendre les effets des obligations commerciales ou civiles;

Vu la loi du 3 juillet 1877 sur les réquisitions militaires, complétée par la loi du 23 juillet 1911, et notamment son article 58, ainsi que les règlements annexes;

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les règlements annexés;

Le Conseil des Ministres entendu,

Décrète :

Article premier. - Dans tous les réseaux de distribution d'énergie qui desservent soit des établissements de l'État soit des établissements, usines et exploitations de l'industrie privée travaillant pour la défense nationale, et qui seront désignés par un arrêté du Ministre de la Guerre, il ne pourra être contracté de police nouvelle ou d'augmentation de police ancienne de fourniture d'énergie sans l'autorisation du Ministre de la Guerre.

Art. 2. — En cas d'insuffisance d'un réseau pour assurer la fourniture simultanée de l'énergie nécessaire aux établissements travaillant pour la défense nationale, aux services publics et à la consommation privée, le Ministre de la Guerre est autorisé, en l'absence même de toute réquisition, à imposer à l'exploitant un ordre de priorité entre ces diverses catégories de consommateurs d'énergie, à titre permanent, ou à certaines heures de la journée seulement, sur avis conforme du Ministre de l'Intérieur et du Ministre des Travaux publics.

Art. 3. — Au cas où le Ministre de la Guerre serait amené à réquisitionner un ou plusieurs des secteurs susvisés, par application des dispositions du paragraphe 4 de l'article 58 de la loi du 3 juillet 1877; tous établissements, services publics et particuliers auxquels serait fournie de l'énergie devront en acquitter le prix sur la base du coût de revient à l'État et au prorata de la quantité d'énergie consommée par eux.

Art. 4. — Les Ministres de la Guerre, des Travaux publics et de l'Intérieur sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 21 novembre 1916.

R. Poincaré.

(*Journal officiel*, 23 novembre 1916.)

INFORMATIONS DIVERSES.

Nécrologie : André Léauté. — André Léauté, le savant ingénieur dont les travaux sur les oscillations des mécanismes de régulation de mouvement sont bien connus des électriciens, est mort le 5 novembre dernier.

Dans la séance du 6 novembre de l'Académie des Sciences, M. Camille Jordan, président de cette Académie, dont M. Léauté était membre depuis de longues années, retraçait dans les termes suivants sa carrière technique.

M. Léauté naquit à Bulize (Amérique), le 26 avril 1847. Sorti de l'École Polytechnique comme ingénieur des Manufactures de l'État, il était présentement directeur de la Société industrielle des Téléphones.

Son œuvre est la meilleure réponse à ceux qui s'imaginent qu'il y a divorce entre la théorie et la pratique, et que les savants, s'ils ne sont pas nuisibles aux progrès de l'industrie, sont du moins incapables de la servir utilement.

Il débuta par des travaux d'analyse pure fort intéressants sur les fonctions elliptiques et les équations aux dérivées partielles; mais il ne tarda pas à se consacrer tout entier à la mécanique;

La transformation d'un mouvement donné en un autre également donné est un problème qui se présente à chaque instant dans les applications; sa réalisation rigoureuse par des glissières semble facile, mais se heurte en pratique à de graves inconvénients. M. Léauté, suivant les traces de M. Tchebychev, préféra à bon droit les solutions approchées en substituant à la courbe à décrire l'arc de cercle qui s'en écarte le moins et qu'il apprit à déterminer

La transmission de la force à grande distance par l'intermédiaire de câbles joue un grand rôle dans l'industrie moderne Mais dans l'établissement des règles à suivre pour leur construction on avait négligé divers éléments essentiels, d'où résultaient de graves mécomptes. M. Léauté sut les soumettre au calcul, donnant par là aux industriels une base assurée. Les difficultés étaient grandes par suite de la présence, dans l'expression de la tension du câble, de termes périodiques dépourvus d'intérêt. L'auteur les a évitées en substituant, au développement de la fonction suivant ses valeurs et celles de ses dérivées à un instant donné, un développement nouveau procédant suivant les valeurs moyennes des mêmes quantités.

Ses recherches sur les régulateurs ne sont pas moins importantes. L'isochronisme parfait, dont M. Rolland avait établi les conditions, donnerait lieu à de graves inconvénients en produisant des oscillations indéfinies de la vitesse. Le degré d'isochronisme à réaliser doit donc être réglé en fait par la puissance du volant.

M. Léauté a été conduit par la théorie à la réalisation d'un appareil fort simple, applicable à un régulateur quelconque, permettant de faire varier à volonté la vitesse du régime et le degré de l'isochronisme.

Les oscillations à longue période, si redoutables dans les machines hydrauliques, ont également attiré l'attention de M. Léauté. Elles n'avaient été étudiées avant lui que pour les régulateurs à action directe. M. Léauté a traité le cas où la régularisation intervient par l'action d'une vanne. Construisant alors une courbe ayant pour abscisses l'ouverture de la vanne et pour ordonnée la vitesse correspondante de la machine, il a reconnu que ces oscillations se produisent seulement lorsque ladite courbe est fermée. L'intégration de l'équation différentielle du problème lui fait connaître les cas où cette circonstance se présente.



Tome XXVI. **N° 312. — 15 décembre 1916.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Ce n'est pas sans quelque mélancolie que nous écrivons cette dernière Chronique de *La Revue électrique :* on ne quitte pas sans regret une maison où l'on a fréquenté pendant treize ans.

C'est en effet en décembre 1903 que, avec l'appui financier de M. Gauthier-Villars, le concours intellectuel d'anciens et dévoués collaborateurs et la haute approbation de notre vénéré maître Henri Poincaré, nous fondâmes cette Revue.

Modeste dans ses débuts, *La Revue électrique* ne tarda pas à s'imposer, non seulement dans le monde scientifique, mais encore dans le monde industriel tant par la valeur des articles originaux qu'elle publiait que par la sûreté et l'étendue de sa documentation. Aussi, dès 1907, l'Union des Syndicats de l'Électricité, qui venait d'être créée, s'adressait-elle à *La Revue électrique* pour lui demander d'être son organe technique officiel. Grâce à la largeur de vues de M. Gauthier-Villars, les pourparlers engagés dans ce but ne tardèrent pas à aboutir et à partir de janvier 1908 notre Revue comptait comme lecteurs les nombreux membres des divers Syndicats composant l'Union.

A partir de cette époque *La Revue électrique*, accentuant son caractère industriel, n'a cessé de faire une place de plus en plus large aux questions économiques et commerciales. La partie scientifique et technique fut également développée grâce à une augmentation du nombre des pages, qui fut successivement porté à 40 en janvier 1908 et à 48 en janvier 1911. Cette dernière augmentation était d'ailleurs accompagnée d'une innovation : la publication dans les feuilles d'annonces de diverses rubriques littérature des périodiques, brevets d'invention, chronique financière et commerciale et petites nouvelles, qui laissait une plus grande place disponible dans le texte principal de la Revue; en juillet 1914, ces rubriques occupaient 17 à 18 demi-pages, de telle sorte que chaque numéro contenait alors, en moyenne, 57 pages de texte serré où étaient traitées toutes les questions de science, de technique, d'économie industrielle, de finance et de législation intéressant les électriciens. *La Revue électrique* pouvait dès lors prétendre au premier rang des Revues électrotechniques françaises.

C'est donc au moment où les résultats déjà acquis permettaient les plus grandes espérances pour l'avenir de la Revue, que la brutale agression allemande se déchaîna et vint arrêter notre essor. La mobilisation d'une partie de la rédaction, mais surtout la pénurie de la main-d'œuvre nous mirent dans l'obligation, tout d'abord de suspendre pendant trois mois la publication de la Revue, puis lors de la reprise, en décembre 1914, de réduire le nombre de pages à 32 ; en outre, comme conséquence d'une suppression considérable d'annonces, la quantité des matières intercalées dans les feuilles d'annonces dut être aussi ramenée à une plus modeste

proportion. Néanmoins, même réduite, *La Revue électrique* s'est efforcée de montrer à l'étranger que, grâce aux puissantes racines du génie latin, la Science française est toujours en droit de revendiquer le premier rang et que l'Industrie française, un moment jugulée par les procédés commerciaux de nos ennemis, est en mesure de reprendre l'importance relative qu'elle avait autrefois acquise.

La Revue électrique pouvait donc espérer, à la conclusion de la paix, reprendre son développement normal brusquement arrêté par les hostilités. Mais parmi les enseignements de la guerre, il en est un, la nécessité de l'union, qui devait bouleverser ces prévisions : il était indispensable pour satisfaire à cette nécessité, de fusionner les divers organes de la presse électrotechnique française.

Aussi, lorsqu'au début de 1915, M. André Blondel, membre du Comité de direction de *La Lumière électrique*, me fit part de son intention d'entreprendre des démarches en vue de réaliser cette fusion, je ne pus, faisant taire mes préférences personnelles devant l'intérêt général, que le féliciter de son initiative.

Comme nous l'annoncions à nos lecteurs dans notre dernière Chronique, cette fusion est aujourd'hui réalisée — partiellement, car nous la désirions plus large. Mettant les intérêts de la science et de l'industrie au-dessus de ses propres intérêts, M. Gauthier-Villars a acquiescé au désir de M. Blondel : *La Revue électrique* et *La Lumière électrique* paraîtront désormais sous le titre nouveau de *Revue générale de l'Électricité*.

En se reportant aux tables des matières des 26 volumes de *La Revue électrique*, il est facile de se rendre compte qu'en ses 13 années d'existence, cette Revue a publié environ 9000 articles originaux et revues d'ensemble ou analyses de travaux primitivement parus dans d'autres publications; quant à la *Littérature des Périodiques*, elle ne contient pas moins de 11000 titres de travaux français et étrangers publiés de 1911 à 1917, titres généralement suivis de résumés qui sont souvent de véritables analyses. Nos lecteurs peuvent dès lors se demander si la nouvelle Revue leur fournira une documentation aussi abondante.

Sur ce point il m'est possible de répondre affirmativement. Les fondateurs de la *Revue générale de l'Électricité*, tenant compte que j'avais déjà dirigé *La Lumière électrique* de 1894 à 1904, alors qu'elle paraissait sous le nom de *L'Éclairage électrique*, ont bien voulu me charger de la direction technique de la nouvelle Revue et, en complet accord avec eux, je m'efforcerai d'appliquer dans cette publication les idées que je mettais en pratique depuis 23 ans. Les lecteurs de *La Revue électrique* trouveront donc dans la *Revue générale de l'Électricité* une documentation non moins abondante que celle à laquelle ils étaient habitués. Elle sera même plus complète car, paraissant chaque semaine avec une moyenne de 55 à 56 pages de texte, la nouvelle Revue pourra publier chaque année une quantité de matières sensiblement double de celle qui était donnée ici.

Nos lecteurs trouveront dans un numéro spécial, qui vient de paraître et qui leur sera adressé, l'exposé, par M. Blondel, du programme de la *Revue générale de l'Électricité*. Ils constateront que dans sa réalisation matérielle nous avons dû apporter plusieurs modifications à l'état de choses auquel ils étaient accoutumés, modifications dont, pour cette raison, nous croyons devoir dire quelques mots.

La plus importante de ces modifications est l'ordonnancement des matières insérées. Nous avions coutume ici de classer les matières suivant le sujet auquel elles se rapportent. Pour donner satisfaction à beaucoup d'ingénieurs et d'industriels qui prétendent n'avoir pas le temps de tout lire pour retrouver les matières qui les intéressent, nous avons été amené à effectuer le classement des articles, non d'après leur sujet, mais d'après les personnes auxquelles elles s'adressent. La nouvelle Revue contiendra dès lors quatre sections : la section scientifique et technique destinée aux savants et aux techniciens; la section industrielle où seront rassemblés les articles descriptifs et les notes pratiques suggérées par l'expérience et s'adressant plus spécialement aux exploitants et aux praticiens; la section économique et financière et enfin la section de législation où les chefs d'industrie trouveront la documentation dont ils ont besoin.

La seconde modification se rapporte à la présentation des matières qui formaient ici la Chronique syndicale et la Littérature des périodiques. Les premières seront insérées dans un fascicule séparé de huit pages et bimensuel. Les secondes formeront un autre fascicule de 16 pages, imprimées seulement au recto pour permettre leur rangement sur fiches. Ce fascicule paraîtra chaque semaine.

Mais ces modifications ne changeront que l'aspect de la publication sans en changer le fond. Aussi espérons-nous retrouver parmi les lecteurs de la *Revue générale de l'Électricité* les lecteurs actuels de *La Revue électrique*. C'est le vœu que nous formulons en prenant congé de ceux-ci.

J. Blondin.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ; CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : 9, rue d'Édimbourg.

Téléphone : Wagram 07-59.

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 novembre 1916.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 14 h 15 m.

Sont présents : M. Marcel Meyer, président; MM. Harlé, Zetter, anciens présidents; MM. André, Berne, Boucherot, Eschwège, Guittard, Iung, Legendre, Lévis, Roche-Grandjean et Sailly, membres.

Excusés : MM. Legouëz et Mildé, anciens présidents; Larnaude, vice-président; Hillairet et Portevin, membres.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

NÉCROLOGIE. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre de la mort de l'un de nos collègues les plus distingués, M. Henry Léauté, officier de la Légion d'honneur, membre de l'Institut, administrateur délégué de la Société industrielle des Téléphones; il rappelle les hautes qualités de M. Léauté qui joignait à une science profonde une expérience industrielle consommée.

La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat le Président adresse à sa famille.

M. le Président fait également part du nouveau deuil qui vient de frapper notre vice-président, M. Larnaude, en la personne d'un de ses frères, notaire à Bordeaux, qui a trouvé la mort dans des circonstances tragiques; et au nom de la Chambre adresse à M. Larnaude et à sa famille l'expression de ses plus sympathiques condoléances.

REMERCIEMENTS. — M. le Président donne lecture à la Chambre :

1° D'une lettre de notre collègue M. de La Ville Le Roulx, actuellement capitaine d'artillerie au front, remerciant des félicitations qu'au nom de la Chambre syndicale le Président lui a adressées à l'occasion de sa nomination dans la Légion d'honneur;

2° D'une lettre par laquelle M. Quinty remercie le Syndicat de son admission.

ADMISSIONS. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

A titre de membres actifs, de M. *Charles Deloule*, chef de département aux Établissements Schneider et Cie, et de M. *Fernand Cordier*, directeur de l'usine de Champagne-sur-Seine, sur la présentation des Établissements Schneider et Cie et de M. Marcel Meyer.

MUTATION. — La Compagnie « Universel Electric », actuellement inscrite à la septième Section, sera à l'avenir, étant constructeur de dynamos, inscrite à la première Section.

CORRESPONDANCE. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° Une lettre-circulaire du Ministère de la Guerre nous informant que des consultations médicales destinées aux ouvrières des usines de guerre de la région parisienne ont été organisées d'accord avec M. le Sous-Secrétaire d'État à l'Artillerie et aux Munitions et M. le Sous-Secrétaire d'État au Service de Santé.

2° Une lettre du Syndicat professionnel des Usines d'électricité portant à notre connaissance la composition du Bureau de ce Syndicat pour l'exercice 1916-1917.

3° Différentes lettres de la Chambre de Commerce de Paris nous priant de porter à la connaissance des



membres de notre Syndicat plusieurs demandes de représentations à l'étranger.

Ces lettres sont déposées au Secrétariat et tenues à la disposition des adhérents.

4° La Chambre prend connaissance de la correspondance échangée récemment avec M. Bouillet, membre de la septième section. Après avoir entendu lecture de la lettre adressée le 30 septembre à M. Bouillet par ordre du Président, la Chambre passe à l'ordre du jour.

QUESTIONS SPÉCIALES. — M. le Président donne lecture d'une lettre que lui a adressée récemment notre collègue M. Boucherot, qui désire appeler l'attention de la Chambre sur l'urgence que présente l'étude de l'*unification du matériel électrique en France* et il prie M. Boucherot de vouloir bien exposer ses idées.

Après avoir cité les passages principaux d'un article publié par M. Picou dans *La Revue électrique* du 6 octobre, M. Boucherot rappelle qu'au début de 1914 notre Chambre syndicale avait décidé d'entamer des pourparlers avec d'autres groupements dans ce but même, mais il craint que la guerre n'ait interrompu les travaux commencés.

Pendant ce temps des réunions ont eu lieu en Angleterre et aux États-Unis entre ingénieurs anglais et américains en vue d'aboutir à une entente en ce qui concerne la standardisation du matériel électrique; aussi y a-t-il une nécessité absolue à pousser ces études en France. M. Boucherot indique que le Comité électrotechnique français, constitué par délégation d'un assez grand nombre de groupements *techniques* et commerciaux, serait tout indiqué pour entreprendre ce que propose au Président M. Picou. Il suffirait alors que quelques-uns de ces groupements demandent l'extension des attributions de ce Comité, extension actuellement limitée par ses statuts.

Pour le cas où il y aurait impossibilité matérielle à confier cette tâche au Comité électrotechnique français, M. Boucherot demande à ce qu'un groupement analogue soit constitué à cet effet.

Les membres de la Chambre remercient M. Boucherot de son intéressante communication; il est fait toutefois observer que notre Syndicat n'est pas resté inactif depuis la guerre dans la question soulevée; mais pour donner plus de poids à ses travaux il a demandé la collaboration des groupements affiliés à l'Union des Syndicats de l'Électricité. C'est finalement le Comité de l'Union qui a pris en mains la constitution de commissions comportant des délégués de tous les groupements intéressés; en conséquence il est décidé que la proposition de M. Boucherot sera soumise au Comité de l'Union.

MARQUE SYNDICALE. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la Marque syndicale vient de se réunir avant la séance de la Chambre en vue d'examiner quatre nouvelles demandes d'admission à l'usage des marques. Après examen elle propose à la Chambre de les ratifier à la suite des 34 demandes d'admission précédemment ratifiées. Elles sont formulées par les établissements suivants :

35, Maison Bréguet;
36, Chateau frères;
37, Compagnie française de charbons pour l'Électricité (Nanterre);
38, Hillairet.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie ces demandes d'admission.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président rappelle à la Chambre qu'à partir du 1er janvier 1917 cette nouvelle Revue deviendra l'organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Une convention devant intervenir entre ce nouvel organe et notre Syndicat, M. le Président propose à la Chambre de charger le Bureau de l'élaboration de cette convention. Cette proposition est adoptée.

COMITÉ DE LA FOIRE DE PARIS. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre qui lui a été adressée par le Président du Comité de la Foire de Paris, lettre par laquelle il exprime l'espoir de voir notre Syndicat s'inscrire au nombre de ses adhérents.

La Chambre décide de donner son adhésion à ce comité.

TRAVAUX DES SECTIONS. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que, le 30 octobre, les entrepreneurs d'installations électriques appartenant à la sixième Section de notre Syndicat se sont réunis afin d'examiner, en particulier, la situation qui allait être créée à Paris par l'arrêt prévu à partir du 28 novembre, dans la signature des polices d'abonnement de courant sur le réseau de la C. P. D. E.

La décision définitive prévoyant cet arrêt n'ayant pas été prise par la C. P. D. E. la réunion était sans objet pour cette question; toutefois les entrepreneurs présents exprimèrent un vœu disant que si, pour des raisons particulières, la C. P. D. E était amenée à apporter des modifications aux conditions normales de fourniture et de distribution du courant, il serait désirable que notre Chambre syndicale en soit immédiatement avertie. Ils prièrent le Président de transmettre ce vœu à la Compagnie parisienne de Distribution d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président donne connaissance à la Chambre du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union du 23 octobre 1916.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Président fait part à la Chambre des différents documents reçus depuis la dernière séance :

N° 801 : Projet de loi portant attribution de compétence aux tribunaux civils pour les marchés de travaux publics et de fournitures passés par les diverses administrations publiques et aux Conseils de Préfecture pour toutes les concessions de services publics.

N° 802 : Extrait de la liste des marchandises qui ne peuvent être exportées ou réexportées en Suisse qu'avec le consentement écrit préalable de la Société suisse de Surveillance économique.

N° 803 : Amendement au projet de loi portant suppression des Minières présenté par M. F. de Wendel, député.

N° 804 : Prohibitions de sortie édictées par le Gouvernement britannique,

N° 805 : La vie dans une cité ouvrière.

N° 806 : Décret du 19 septembre 1916 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts-espèces.

N° 807 : L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre.

N° 808 : Commission de l'impôt sur le revenu.

N° 809 : Décret du 23 septembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

N° 810 : Projet de loi sur la taxation des charbons domestiques.

N° 811 : Décret du 23 septembre 1916 relatif à la prorogation des délais en matière de loyers.

N° 812 : Proposition de loi portant création d'un service de comptes courants et de chèques postaux.

N° 813 : Retraite des ouvriers mineurs. Circulaire en date du 17 août 1916 relative aux paiements à effectuer par les comptables du Trésor en exécution du décret du 13 juillet 1914.

N° 814 (Italie) : Extrait de la liste des produits dont l'exportation hors du royaume est prohibée.

N° 815 : Prohibitions de sortie édictées par le Gouvernement britannique.

N° 816 : La Convention germano-suisse.

ASSOCIATION D'EXPANSION ÉCONOMIQUE. — Circulaire n° 12 : Modifications au régime douanier et au droit de réquisition concernant les alcools.

N° 13 : Listes noires publiées par le Gouvernement britannique.

N°s 14, 15, 16 : L'opinion en Russie sur les décisions de la conférence économique tenue à Paris du 14 au 17 juin 1916.

DOCUMENTS LÉGISLATIFS. — *Chambre des députés.* — N° 2295 : Proposition de loi tendant à la création d'un office national de la production industrielle.

N° 2345 : Annexe au rapport « Projet de loi sur la réparation des dommages causés par les faits de guerre ».

N° 2400 : Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de M. Jean Hennessy tendant à améliorer la composition et le fonctionnement des comités consultatifs d'action économique.

N° 2428 : Rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie chargée d'examiner la proposition de loi de M. Butin concernant le moratorium en matière de propriété industrielle (brevets d'invention, marques de fabrique, dessins et modèles), par M. Butin, député.

N° 2510 : Rapport fait au nom de la Commission des douanes chargées d'examiner le projet de loi portant ratification du décret ayant pour objet d'établir des prohibitions d'entrée ou d'augmenter les droits de douane sur diverses marchandises.

N° 2517 : Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi sur la réparation des dommages causés par les faits de guerre.

N° 2520 : Avis présenté au nom de la Commission du Budget sur la proposition de loi de M. Amiard tendant à instituer la création d'un service de chèques postaux.

N° 2533 : Proposition de loi attribuant à l'État le monopole de l'importation et du commerce du pétrole.

N° 2565 : Proposition de loi modifiant la loi du 31 mars 1905 concernant les responsabilités des accidents du travail.

N° 2581 : Proposition de loi modifiant l'article 7 de la loi du 27 mai 1915 sur la propriété industrielle.

N° 2606 : Proposition de loi étendant le régime de la loi du 19 juillet 1890 aux minerais, mattes et scories de plomb d'origine et de provenance tunisiennes contenant plus de 30 pour 100 de métal.

N° 2623 : Rapport fait au nom de la Commission des Mines chargée d'examiner le projet de loi sur la taxation des charbons domestiques.

Sénat. — N° 319 : Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, portant suppression des contributions directes et établissement d'un impôt général sur les revenus et d'un impôt complémentaire sur l'ensemble du revenu.

N° 375 : Proposition de loi adoptée par la Chambre des députés portant création d'un service de comptes courants et de chèques postaux.

La séance est levée à 4 h 20 m.

Le Président,
M. MEYER.

Communication.

Nous recevons communication de la lettre suivante de la Chambre de Commerce de Saint-Sébastien :

« Monsieur le Président,

» Nous devons votre adresse à la Chambre de Commerce de Paris à qui nous avions demandé la liste des Maisons passibles d'exporter leurs produits en Espagne, pour que notre Chambre de Commerce puisse les aider à concurrencer le commerce de nos ennemis qui, dans ces derniers temps, l'avaient complètement accaparé.

» Pour réaliser le but que nous nous sommes proposé en créant notre Chambre de Commerce, appelée à développer les relations commerciales de notre région avec les maisons françaises, nous vous prions de nous faire envoyer les catalogues des diverses Maisons de votre Comité, qui seraient désireuses d'étendre leurs relations dans ce pays, ou encore mieux des échantillons que nous exposerions dans nos bureaux pour que les Maisons espagnoles puissent se rendre compte de la qualité des marchandises et servir de base pour leurs commandes.

» Nous nous mettons également à la disposition des Maisons françaises pour leur fournir toutes sortes de renseignements pour faciliter leurs affaires.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos sentiments distingués.

» Le Secrétaire, J. SCHNEIDER. Le Président, E. DUPOSEY. »

12.



Avis.

L'Association nationale d'Expansion économique nous avise, par sa circulaire n° 12 *bis* du 15 septembre, qu'elle propose un projet de voyage commercial en Italie.

Parmi les industries offrant un débouché intéressant pour le moment, l'Association signale : *Le matériel électrique, lampes, commutateurs.*

Ceux de nos adhérents que la question intéresse trouveront des indications complémentaires au siège de l'Association, 8, place de la Bourse, auprès de M. Servant, chargé de l'organisation de ce voyage.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement.

(de 9 h à 11 h).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

En raison de l'importance prise par ce service, nous ne pouvons insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent; les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Législation et réglementation. — Loi du 25 novembre 1916 concernant les mutilés de la guerre victimes d'accidents du travail, p. 388. — Décret du 23 novembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 388.

Chronique financière et commerciale. — Offres d'emplois, p. XXIX.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris.

Téléphone : Central 25-92.

VINGT-QUATRIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1916.

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Membres correspondants.

MM.

COUSYN (Gaston-Maurice), directeur de l'Usine électrique de Carbonne, à Carbonne (Haute-Garonne), présenté par MM. Lacome et Sureda.

DEPEIGES (Joseph), contremaître électricien, 2, rue Grateminot, à Orléans, présenté par MM. Bizet et Fontaine.

TOCHON (Gabriel), avocat, docteur en droit, villa Anne, avenue des Écoles, Viroflay (Seine-et-Oise), présenté par MM. Javal et Mayer.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances);

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Législation et réglementation. — Loi du 25 novembre 1916 concernant les mutilés de la guerre victimes d'accidents du travail, p. 388. — Décret du 23 novembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 388.

Chronique financière et commerciale. — Offre et demandes d'emplois, p. XXIX.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

Les besoins et les ressources d'énergie motrice des Nouvelles Galles du Sud; William Corin (*Electrician*, 14 et 21 juillet 1916, p. 491-493 et 522-524). — Communication faite à l'Electrical Association of Australia. L'auteur y examine successivement : la puissance des installations déjà existantes, et celle qui semble devoir être nécessaire à bref délai; les ressources qui permettront de subvenir à ces besoins; enfin la façon dont il conviendra d'utiliser ces ressources pour obtenir le meilleur rendement et provoquer le développement de nouvelles industries dans les New South Wales.

Courbe cycloïdale de distribution des vitesses dans les tuyaux; Mougnié (*Ann. des Ponts et Chaussées*, 1915, fasc. vi. — Dans cette note, l'auteur montre que lorsque l'écoulement de l'eau dans un tuyau s'opère suivant un régime régulier, la loi de décroissance des vitesses à partir du centre est convenablement traduite par une courbe cycloïdale. Cette courbe est plus satisfaisante que les diverses courbes proposées par M. Bazin et donne pour les rapports des vitesses maximum et minimum à la vitesse moyenne des valeurs tout aussi précises que celles déduites des formules de M. Bazin et de M. Boussinesq.

Brûleurs à gaz de hauts fourneaux pour chauffage des chaudières (*Génie civil*, 12 août 1916, p. 106-107). — Jusqu'à une époque récente on se contentait d'admettre le gaz par un tube droit dans la chambre de combustion de la chaudière et de l'y brûler avec la quantité d'air voulue pour assurer la combustion de l'oxyde de carbone. Cette méthode exige un excédent d'air considérable par suite de l'insuffisance du mélange du gaz et de l'air, et elle abaisse la température de combustion, ce qui diminue le rendement thermique de la chaudière. Pour accroître ce dernier et aussi pour permettre d'augmenter la production des chaudières existantes, on a étudié depuis quelques années des brûleurs dans lesquels le gaz est mélangé avec une partie ou avec la totalité de l'air nécessaire pour le brûler avant de pénétrer dans la chambre de combustion. Il brûle alors avec une flamme relativement courte et très chaude, et avec une dépense d'air très peu supérieure à celle qui est nécessaire en théorie. Ces brûleurs ont permis d'élever à 60 et 70 pour 100 le rendement thermique des chaudières, lequel dépassait rarement 55 pour 100. L'article décrit, d'après *Iron Age* du 8 juin quelques types de ces brûleurs : brûleurs Birkholtz-Terbeck, Bradshaw, Carnegie Steel C°, Duquesne, Fraser, Kling-Weidlein.

La piqûre des cylindres des moteurs à combustion interne; J.-E. Hurst (*Engineering*, 4 août 1916, p. 97-98). — La surface intérieure des cylindres des moteurs à combustion interne se couvre assez rapidement de gerçures. L'auteur en recherche les causes. La principale est l'oxydation du métal et du carbone par les gaz dont la température est très élevée.

Gazogène Lymn-Rambush (*Engineering*, 11 août 1916, p. 126-128). — L'article donne la description, illustrée de 5 figures, de ce gazogène que construit depuis quatre ans la Lymn Chemical Engineering C°, de Londres.

L'emploi combiné des moteurs à vapeur et des moteurs à gaz; Geoffrey Porter (*Electrician*, 21 juillet 1916, p. 524-529; *Engineering*, 21 juillet, p. 68-70). — Dans cette étude, qui a été l'objet d'une communication à la Diesel Engine Users' Association, l'auteur donne des chiffres, résultant de son expérience propre, montrant l'économie que l'on peut réaliser en combinant le fonctionnement de moteurs Diesel avec celui de machines à vapeur.

Les piles à liquide immobilisé (*Electrician*, 31 mars 1916; *Industrie électrique*, 10 juillet 1916, p. 245-250). — Après quelques généralités sur la construction et les propriétés des piles à sel ammoniac, l'article donne la description des piles : « Extra sec » de la General Electric Co, « Dura », pile « H^2O », pile de l'Associated Ballery Co, pile « W. O. ». — Il indique ensuite les essais qu'il convient de faire et cite ceux que recommande l'American Electrochemical Society pour les piles utilisées en téléphonie et les piles d'allumage des moteurs à explosion.

L'usine hydro-électrique de Brême-sur-le-Weser (*Génie civil*, 15 juillet 1916, p. 44-45). — Un barrage à secteur établi sur le Weser produit une chute de 4,5 m en été et de 5,50 m en hiver. L'usine doit contenir 16 turbines dont la moitié seront à trois étages pour forte chute et les autres à deux étages pour faible chute; on a installé d'abord 5 turbines à faible chute de 750 ch. L'article donne une brève description de ces installations avec deux figures montrant la coupe transversale et le plan de l'usine qui est en fonctionnement depuis les derniers mois de 1911.

Usine hydro-électrique de la Société électrochimique italienne sur la Pescara (*Lumière électrique*, 5 août 1916, p. 136-137). — Cette usine envoie l'énergie électrique sous 88 000 volts jusqu'à Naples à 385 km; elle comprend quatre groupes générateurs de 5650 kw chacun. L'article donne une description sommaire, sans figures, des machines et appareils installés dans l'usine.

Les usines génératrices pour l'alimentation du chemin de fer du Gothard (*Engineering*, 25 août 1916, p. 185). — Bien que depuis plusieurs années on discute activement l'électrification des Chemins de fer fédéraux, il n'y a que pour la ligne du Gothard, laquelle, construite par une compagnie privée, est maintenant incorporée dans les chemins de fer fédéraux, qu'une décision a été prise. Le court article qui nous occupe donne, d'après *Schweizerische Bauzeitung* des 22 et 29 juillet, quelques renseignements sur les usines génératrices projetées pour l'alimentation de cette ligne.

Les sous-stations de transformation en plein air; J. Vichniak (*Génie civil*, 19 août 1916, p. 117-120). — Dans cet article l'auteur donne quelques indications générales sur l'installation des sous-stations de plein air aux Etats-Unis. Il signale en terminant la sous-station roulante de la Southern Power C° destinée à servir de secours aux sous-stations en service, à se substituer temporairement à celles qui sont en réparation ou en construction, à alimenter un réseau appartenant ou non à la compagnie en prenant le courant sur une ligne voisine, à fournir du courant à des installations temporaires, etc. Cette sous-station est établie sur une plate-forme de 11,6 m de long et 2,75 m de large; elle comprend trois transformateurs monophasés à haute tension pouvant utiliser 42 tensions primaires de 13 000 à 100 000 volts, 23 d'entre elles permettant d'utiliser les transformateurs à leur puissance normale de 1000 kv-a; la tension secondaire peut être de 2200, 4400, 6600 et 12 200 volts; des enroulements supplémentaires permettent d'alimenter sous 110 volts le ventilateur de refroidissement des transformateurs, les lampes d'éclairage, etc. Le poids total de l'installation, wagon compris, est de 57 500 kg; le coût de sa construction s'est élevé à 165 000 fr.

TRACTION ET LOCOMOTION.

Equipement à 1200 volts, courant continu, de la division San Bernading du Pacific Electric Railway; W.-D. Bearce (*General Electric Review*, août 1916, p. 706-711). — Le Pacific Electric Railway est le réseau électrique le plus important du monde. Ses lignes, qui rayonnent autour de Los Angelos, desservent un territoire dont la population dépasse 750 000 habitants. Le développement des lignes à simple voie atteint presque 500 km, celui des lignes à double voie dépasse 450 km, et celui des lignes à quadruple voie est d'environ 20 km; leur ensemble, avec les voies de garage et d'aiguillage, correspond à une longueur de plus de 1600 km de voie unique. L'article, illustré de 10 figures, décrit l'équipement de l'une des divisions de ce réseau, division qui est en service depuis deux ans.

Électrification des lignes de banlieue du London and South Western Railway; Lucien Pahin (*Industrie électrique*, 10 juillet 1916, p. 250-253). — Fin octobre 1915, cette compagnie a ouvert à l'exploitation électrique la ligne reliant la gare de Waterloo, de Londres, à Winbledon, via East Putney, et le 30 janvier 1916 la ligne circulaire de Wimbledon à Clapham Junction par Kingston; de plus les travaux d'électrification sont achevés sur la boucle de Hounslow et l'embranchement de Malden à Hampton Court et à Claygate. Ce réseau, y compris les voies déjà en service, a une longueur de 75 km, correspondant à 225 km de voie simple. D'autres lignes, d'une longueur de 120 km, seront électrifiées ultérieurement. La traction se fait par courant continu 600 volts avec prise de courant sur troisième rail et retour par la voie. L'article donne une description sommaire de l'équipement électrique du matériel roulant.

Locomotives électriques pour service interurbain; S.-T. Dodd (*General Electric Review*, août 1916, p. 674-684, 16 figures). — La capacité de traction d'une locomotive, c'est-à-dire le poids du train qu'elle est capable de remorquer dépend, dans une large mesure, du genre de service auquel elle est affectée; il en résulte une grande incertitude quand on veut établir une comparaison entre divers types de locomotives. Dans l'article qui nous occupe l'auteur définit trois genres de service, qui, combinés entre eux, réalisent tous les genres qu'on peut avoir à considérer en pratique : service intermittent sur de faibles longueurs; service de trains lourds sur une longue ligne à profil ordinaire et enfin service sur ligne à fortes rampes. Pour chacun d'eux il analyse les conditions qui limitent la capacité d'une locomotive et en déduit une formule, qui définit aussi exactement que possible le poids limite qu'elle est capable de remorquer. Il termine son article par la description de quelques petites locomotives récemment construites.

Flexion des rails de tramway; P. Caufourier, ingénieur des Ponts et Chaussées (*Génie civil*, 12 août 1916, p. 103-105). — L'auteur étudie, d'après les principes de la résistance des matériaux, les conditions de travail à la flexion des rails de tramway portant sur le ballast par toute la surface de leur patin, ou, d'une façon plus générale, le travail à la flexion d'une poutre chargée en un point et portée par un très grand nombre d'appuis élastiques très voisins, assimilables à une couche de fondation continue et compressible. Il conclut de cette étude que l'on améliorera les conditions de résistance de la voie en augmentant la robustesse du profil du rail et diminuant la compressibilité du ballast; toutefois les effets de ces modifications ne se font pas sentir dans la même mesure : ils sont plus avantageux si l'on augmente la robustesse du rail, ce qui justifie la pratique de l'emploi de profils très lourds et très rigides avec large patin.

Trucks à batterie d'accumulateurs pour la manutention des colis dans les gares et dans les docks (*Industrie électrique*, 10 juillet 1916, p. 244). — Dans une récente communication à l'Ohio Electric Light Association, M. Clarence E. Ogden a appelé l'attention sur les avantages vraiment pratiques que retirent de ces trucks les gares de chemins de fer et les docks maritimes qui les emploient. Les batteries, surtout celles du type Edison, se comportent bien et coûtent peu d'entretien. Les dépenses d'exploitation d'un de ces trucks reviennent à un peu plus de 1 dollar par jour, pour une durée de service annuel de 300 jours, et cette somme se décompose comme suit :

	Cents.	Env. fr
Amortissement, calculé au taux de 10 pour 100..	30	1,70
Intérêt à 6 pour 100...........................	15	0,75
Remplacement des pneumatiques..............	14	0,70
Remplacement des plaques au plomb..........	40	2,00
Remplacement des plaques au ferro-nickel.....	28	1,40
Energie électrique, au prix de 4 cents ou (0,20 fr).	20	1,00
Réparations, revenant au total de 10 dollars par an..	4	0,20

Camion électrique à trolet et à accumulateurs (*Electrician*, 19 mai 1916, p. 225). — Le transport des marchandises dans les banlieues des grandes villes se trouverait facilité s'il était possible d'utiliser les nombreuses lignes de tramways qui les desservent. Malheuresusement il est rare que le point de destination se trouve assez près d'une ligne pour ne pas nécessiter un transbordement dans une voiture sur route et l'économie du système est aléatoire. La question se trouverait résolue si l'on avait un véhicule pouvant circuler indifféremment sur route et sur voie de tramways. C'est dans ce sens que la Compagnie des tramways de Bradford, en Angleterre, a tenté récemment un essai. Le camion est muni de deux moteurs série de 20 ch à 500 volts, pouvant être mis en série ou en parallèle avec une batterie de 120 éléments Edison. Quand la voiture circule sur une voie de tramways le courant lui est amené par un trolet; un sabot de contact sur les rails assure son retour (car les roues sont munies d'un bandage en caoutchouc). Quand elle quitte la voie, la batterie est connectée avec les moteurs; la vitesse est un peu réduite à cause de la diminution de tension, mais le couple moteur qui, dans un moteur série, ne dépend que de l'intensité du courant, reste le même; la batterie assure un parcours de 16 km dans ces conditions.

Transbordeur funiculaire à voyageurs du Niagara (*Génie civil*, 12 août 1916, p. 97-100). — Le succès obtenu par le premier transbordeur à voyageurs établi en 1907 près de Saint-Sébastien (Espagne) suivant le système Torrès y Quevedo, a déterminé la société espagnole qui l'avait fait construire à étudier l'établissement d'un funiculaire du même système en un point voisin des chutes du Niagara. Ce funiculaire est aujourd'hui en exploitation. Il a été établi à 4500 m environ des chutes; sa portée est de 550 m; les deux stations sont à 76 m environ au-dessus du niveau de la rivière; la cabine peut recevoir 24 passagers assis et 21 debout. Le treuil de commande est actionné par un moteur électrique triphasé, 75 ch, 440 volts, 480 t : m.



ÉCLAIRAGE.

Rayonnement sélectif des filaments d'osmium; E.-F. Barker (*Physical Review*, 2e série, t. VII, n° 4, avril 1916, p. 451-471). — Le problème du rayonnement sélectif des métaux est intimement lié à celui du rendement lumineux. Si toutes les sources incandescentes jouissaient des propriétés du corps noir, le rendement lumineux ne dépendrait que de la température et dans le choix d'un corps éclairant on ne serait guidé que par son aptitude à résister aux hautes températures. Or il n'en est pas ainsi et presque tous les radiateurs sont doués d'un pouvoir émissif variable avec la longueur d'onde; la courbe d'énergie des métaux est quelque peu abaissée dans la région des grandes longueurs d'onde. Aussi le rapport de l'énergie rayonnée lumineuse à l'énergie rayonnée totale est plus élevé pour ceux-ci que pour le corps noir. Le pouvoir émissif des métaux varie aussi avec la température; Hyde est parvenu à le démontrer pour les filaments de tungstène. Dans le présent travail, l'auteur s'est proposé de montrer que le filament d'osmium est doué d'un rayonnement sélectif très prononcé par rapport au filament de carbone et que son pouvoir émissif varie avec la température et la longueur d'onde. — Tout d'abord M. Barker cherche à appliquer au filament d'osmium les équations caractéristiques établies par MM. Middlekauf et Skogland pour les filaments de tungstène. Ces équations sont

$$y = Ax^2 + Bx + C,$$

où x représente le logarithme du rapport d'une tension quelconque à une tension prise comme étalon; y représente le logarithme du rapport correspondant des ampères, des watts ou des intensités lumineuses. Les coefficients calculés par la méthode des moindres carrés sont, pour les deux derniers cas,

$$y_1 = 0{,}026609\,x^2 - 1{,}65072\,x$$

et

$$y_2 = -1{,}24490\,x^2 - 3{,}91898\,x.$$

On peut remarquer que la première équation figure assez bien une ligne droite; admettant qu'il en est ainsi, l'auteur tire de ses expériences la valeur suivante des watts consommés en fonction de la température absolue : $W = c\theta^{4,71}$. Pour le corps noir, la valeur de l'exposant est 4; et Hyde a trouvé expérimentalement 4,7 pour le tantale et 6,0 pour le tungstène. Comparant ensuite les consommations spécifiques d'un filament d'osmium et d'un filament de carbone amenés tous les deux à la même couleur « color match », l'auteur trouve la première plus faible que la seconde; il en conclut que le filament d'osmium est doué d'un rayonnement sélectif, sans quoi les deux filaments seraient à la même température et conséquemment auraient le même rendement lumineux. — La variation du pouvoir émissif avec la température est mise en évidence par une méthode que Hyde a proposée sous le nom de « critérium I » et que nous allons exposer brièvement. Considérons l'équation (1) de Wien

$$\rho = CE\lambda^{-5}e^{-\frac{c}{\lambda\theta}} \tag{1}$$

qui définit le pouvoir émissif E que nous supposons indépendant de la température. On porte un corps noir B et un autre corps A de pouvoir émissif E à une température telle que pour deux longueurs d'ondes choisies ils aient la même intensité relative, c'est-à-dire

$$\left|\frac{\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_2}}\right|_A = \left|\frac{\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_2}}\right|_B. \tag{2}$$

Augmentons légèrement la température de B, puis celle de A d'une quantité telle que la relation (2) soit encore satisfaite, c'est-à-dire que l'on ait

$$\left|\frac{\rho_{\lambda_1} + d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_2} + d\rho_{\lambda_2}}\right|_A = \left|\frac{\rho_{\lambda_1} + d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_2} + d\rho_{\lambda_2}}\right|_B; \tag{3}$$

en différenciant (1) et combinant avec (2) et (3), on obtient

$$\left|\frac{d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_1}}\right|_A = \left|\frac{d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_1}}\right|_B$$

et

$$\left|\frac{d\rho_{\lambda_2}}{\rho_{\lambda_2}}\right|_A = \left|\frac{d\rho_{\lambda_2}}{\rho_{\lambda_2}}\right|_B;$$

cela veut dire que pour chaque longueur d'onde la variation relative d'intensité due à un accroissement de température est la même pour A que pour le corps noir B. On a alors la condition

$$\left|\frac{\rho_{\lambda_1} + d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_1}}\right|_A = \left|\frac{\rho_{\lambda_1} + d\rho_{\lambda_1}}{\rho_{\lambda_1}}\right|_B \tag{4}$$

et autant pour λ_2. M. Barker a essayé de vérifier ces formules pour le filament d'osmium en prenant comme corps de comparaison une lampe à filament de carbone; en aucun cas, il n'a constaté une égalité entre les deux membres de (4); c'est donc que le pouvoir émissif de l'osmium varie avec la température même pour les plus courtes longueurs d'onde du spectre visible. Dans la limite des observations, on a encore constaté que le taux de l'accroissement de l'énergie rayonnée avec la température augmente quand on passe des grandes aux petites longueurs d'onde pour le carbone. En formant les quotients de $I_\lambda = 2{,}098\,\mu$, avec I_λ des longueurs d'onde choisies entre 0,608 μ et 2,400 μ, on a trouvé, pour le carbone, que les rapports relatifs aux $\lambda < 2{,}098\,\mu$ décroissent indiquant un accroissement des I_λ correspondant plus rapide que celui de $I_\lambda = 2{,}098\,\mu$. A $\lambda = 2{,}4\,\mu$, les rapports augmentent, ce qui signifie que les I_λ augmentent moins rapidement avec la température que $I_\lambda = 2{,}098\,\mu$. L'osmium présente les mêmes particularités, sauf que, pour $\lambda = 2{,}4\,\mu$, l'augmentation de I_λ est plus rapide que pour $I_\lambda = 2{,}098\,\mu$: ce qui est un résultat au moins inattendu. L'application du critérium de Hyde montre aussi une grande variation du pouvoir émissif avec la température; la différence maximum entre les rapports à comparer se présentant à $\lambda = 1{,}0\,\mu$ qui est voisine du maximum de la courbe d'énergie.

Notes sur la théorie du rayonnement de Page; David-L. Webster (*Physical Review*, juillet 1916, p. 66-69). — Page a publié récemment (*Phys. Review*, février 1916) une théorie permettant d'obtenir les formules du rayonnement de Planck par une méthode d'accord avec l'électrodynamique classique et qui ne suppose pas des hypothèses aussi radicales que la théorie de Planck. L'auteur rappelle qu'il a fait antérieurement une tentative analogue (*Amer. Acad. Proc.*, janvier 1915) qui s'appuie sur les mêmes hypothèses fondamentales. Il y a cependant, pense l'auteur, certaines différences qui semblent mettre sa théorie en meilleur accord avec l'expérience; de plus, alors que la théorie de Page semble admettre un plus petit nombre d'hypothèses, un examen approfondi montre qu'elle en suppose une qui paraît moins vraisemblable que toutes celles qu'elle élimine.

MESURES ET ESSAIS.

MESURE DU TEMPS.

Mesure du temps à l'aide d'un galvanomètre à cadre mobile ([1]).

La méthode de mesure d'une durée très courte au moyen du galvanomètre balistique ([2]) est basée sur la relation entre le courant et la quantité d'électricité et sur le fait que, pour des décharges brusques, les déviations d'un galvanomètre à cadre mobile sont proportionnelles aux quantités d'électricité qui l'ont traversé.

Cette méthode est d'une précision bien supérieure à celle que donnerait l'emploi d'un chronomètre pour la mesure de durées inférieures à 6 ou 7 secondes. La principale objection à l'emploi dans ce but d'un galvanomètre de longue période pour lequel la décharge a cessé avant que la bobine ait subi un déplacement appréciable (hypothèse sur laquelle repose la théorie du galvanomètre balistique ordinaire qui admet que les déviations sont proportionnelles aux quantités d'électricité) est que l'expérimentateur doit attendre un temps très long avant que le galvanomètre puisse servir pour une nouvelle détermination. Avec un galvanomètre à courte période il faut admettre que le courant produit pendant l'intervalle à mesurer circulera pendant le mouvement du cadre. L'auteur se propose d'établir, dans ce cas, la formule qui donne le temps à mesurer.

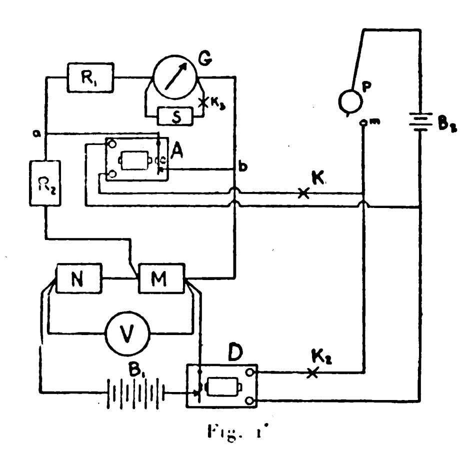


Fig. 1.

Principe de la méthode et notations. — Le galvanomètre utilisé est le galvanomètre ordinaire à cadre rectangulaire mobile entre un noyau de fer et deux pôles magnétiques, sans dispositif d'amortissement. Voici dans ses grandes lignes, le principe de la méthode utilisée :

1° De l'équation du mouvement on déduit la position et la vitesse angulaire de la bobine, primitivement au repos, $\mathfrak{T}$ secondes après qu'un courant constant a commencé à traverser l'instrument;

2° Ces valeurs respectives de la position et de la vitesse angulaire sont introduites comme conditions initiales dans l'équation du mouvement de la bobine, oscillant sans couple résultant appliqué;

3° L'équation résultante fournit, de la manière habituelle, l'angle de déplacement maximum; on la résout par rapport à $\mathfrak{T}$.

On envisagera successivement le cas d'un mouvement légèrement amorti et celui de l'amortissement critique.

Voici les notations adoptées :

$\mathfrak{T}$, intervalle de temps à mesurer;
θ, déplacement angulaire du cadre au temps t;
I_0, moment d'inertie du cadre;
$2f$, coefficient de proportionnalité entre le couple d'amortissement et la vitesse angulaire du cadre;
$M = nAH$, où n est le nombre de tours de fil sur le cadre, A l'aire moyenne du cadre et H l'intensité moyenne du champ;
q^2, moment du couple de suspension;
i, courant constant envoyé dans le circuit;
T_0, période du mouvement non amorti du cadre;
T, période du mouvement amorti;
ρ, rapport entre les élongations successives;
Λ décrément logarithmique;
k, constante de courant du cadre;
α, β, γ, déviations respectives dans le cas : d'un mouvement non amorti; d'un mouvement périodique amorti; de l'apériodicité critique. L'indice $\mathfrak{T}$ indique que la déviation est produite par le courant i circulant pendant le temps $\mathfrak{T}$. L'indice i indique que la déviation est due à la même quantité d'électricité, $i\mathfrak{T}$, déchargée instantanément.

On pose :

$$\Lambda' = \frac{\Lambda}{\sqrt{1 + \frac{\Lambda^2}{\pi^2}}}.$$

Mouvement périodique amorti. — I. *Établissement des formules.* — Suivant la méthode dont le plan a été indiqué plus haut nous écrivons

$$(1) \quad \theta_{\mathfrak{T}} = \frac{Mi}{q^2}\left[1 - e^{-a\mathfrak{T}}\left(\cos b\mathfrak{T} + \frac{a}{b}\sin b\mathfrak{T}\right)\right]$$

et

$$(2) \quad \omega_{\mathfrak{T}} = \frac{Mi}{q^2}e^{-a\mathfrak{T}}\left[\left(b - \frac{a^2}{b}\right)\sin b\mathfrak{T} - 2a\cos b\mathfrak{T}\right].$$

([1]) Paul-E. Klopsteg, *The Physical Review*, t. VIII, août 1916, p. 195-206.

([2]) V. Mascart et Joubert, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, 2e édition, t. II, p. 266.

Les équations (1) et (2) donnent, respectivement, la position angulaire et la vitesse du cadre à l'instant où le courant est interrompu. Dans ces équations, a et b ont les significations

$$a = \frac{f}{I_0},$$

$$b = \sqrt{\frac{q^2}{I_0} - \frac{f^2}{I_0^2}}.$$

On va calculer ensuite l'élongation qu'atteindra le cadre en vertu de la quantité de mouvement angulaire qu'il possède à cet instant.

L'équation générale du mouvement du cadre quand aucun couple permanent n'agit sur lui est

$$(3) \qquad \theta = e^{-at}(A \cos bt + B \sin bt),$$

où a et b ont les mêmes valeurs que précédemment, car il est possible expérimentalement [1] de disposer les circuits de manière que les mêmes conditions d'amortissement soient réalisées quand la force électromotrice est appliquée et lorsqu'elle a cessé d'agir. A et B sont les constantes d'intégration calculées d'après les conditions que pour $t = 0$ on ait

$$\theta = \theta_{\mathfrak{T}} \qquad \text{et} \qquad \frac{d\theta}{dt} = \omega_{\mathfrak{T}}.$$

L'équation devient alors

$$(4) \qquad \theta = e^{-at}\left(\theta_{\mathfrak{T}} \cos bt + \frac{\omega_{\mathfrak{T}} + a\theta_{\mathfrak{T}}}{b} \sin bt\right).$$

Par la méthode habituelle on trouve que la déviation atteint son premier maximum à l'instant

$$(5) \qquad t_1 = \frac{1}{b} \operatorname{arc\,tang}\left[\frac{\omega_{\mathfrak{T}} b}{a\omega_{\mathfrak{T}} + (b^2 + a)\theta_{\mathfrak{T}}}\right]$$

et que l'élongation correspondante (en désignant par ψ l'expression entre crochets) est

$$(6) \qquad \beta_{\mathfrak{T}} = e^{-\frac{a}{b}\operatorname{arc\,tang}\psi}\left[\theta_{\mathfrak{T}} \cos(\operatorname{arc\,tang}\psi) + \frac{\omega_{\mathfrak{T}} + a\theta_{\mathfrak{T}}}{b} \sin(\operatorname{arc\,tang}\psi)\right].$$

On pourrait remplacer ψ, $\theta_{\mathfrak{T}}$ et $\omega_{\mathfrak{T}}$ par les valeurs données respectivement par les équations (5), (1) et (2). L'équation obtenue contiendrait $\mathfrak{T}$, la quantité cherchée; $\beta_{\mathfrak{T}}$, la quantité observée, et d'autres termes qui, à l'exception de $\mathfrak{T}$, sont tous directement déterminables. L'équation ne serait pas toutefois explicitement résoluble par rapport à $\mathfrak{T}$, dont on ne pourrait tirer la valeur que par une méthode graphique ou un développement en série comportant une suite d'approximations.

Aussi, pour obtenir une formule pratique résolue explicitement par rapport à $\mathfrak{T}$, on peut procéder comme pour l'établissement de la formule relative à la constante balistique quand l'amortissement est faible, c'est-à-dire introduire la correction relative à l'amortissement dans la formule établie pour un mouvement non amorti. Posant $f = 0$ dans les équations précédentes, on voit que l'équation (6) se réduit à

$$(7) \qquad \alpha_{\mathfrak{T}} = \frac{Mi}{q^2}\, 2 \sin \frac{\pi\mathfrak{T}}{T_0},$$

d'où l'on tire

$$(8) \qquad \mathfrak{T} = \frac{T_0}{\pi} \operatorname{arc\,sin} \frac{k}{2i}\alpha_{\mathfrak{T}}.$$

Introduisant la correction relative à l'amortissement, pour un amortissement supposé faible, on a

$$(9) \qquad \mathfrak{T} = \frac{T}{\pi} \operatorname{arc\,sin} \frac{k}{2i}\beta_{\mathfrak{T}}\sqrt{\rho}.$$

2. *Discussion. Sources d'erreurs et précautions.* — La formule (9) peut être utilisée telle quelle pour la mesure d'intervalles de temps inférieurs à la moitié de la période du cadre. Le terme qui introduit la plus grande incertitude dans les résultats est la constante de courant k qui n'est pas la même pour toutes les déviations à cause surtout de la non-homogénéité du champ de l'instrument. Toutefois, l'auteur a montré dans un travail antérieur que le champ autour du cadre pour la position habituelle d'équilibre est suffisamment uniforme dans une région correspondant à une déviation de 6 cm de part et d'autre du zéro sur une échelle à 50 cm du miroir. L'erreur sur la constante peut être diminuée en amenant le cadre, au moyen de la vis de torsion à une position située à 6 cm environ d'un côté du zéro, position que l'on prend comme nouvelle position d'équilibre : les déviations peuvent alors atteindre 12 cm.

3. *Nouvelle forme de l'équation* (9). — Pour simplifier les calculs relatifs à l'emploi de l'équation (9) en vue de la détermination d'un grand nombre d'intervalles de temps de différentes durées on peut transformer cette équation de manière à la rendre propre à l'emploi de la méthode graphique.

L'équation (7) montre que, pour un amortissement nul, on a

$$(10) \qquad \frac{\alpha_{\mathfrak{T}}}{\Phi} = 2 \sin x,$$

Φ désignant la déviation permanente produite par le courant utilisé pour obtenir la déviation, et x l'expression $\frac{\pi\mathfrak{T}}{T_0}$. Utilisant la formule relative à la constante balistique $K = \frac{T_0 k}{2\pi}$, on voit que l'équation (7) peut être écrite

$$(11) \qquad \alpha_i = \alpha_{\mathfrak{T}} \frac{x}{\sin x},$$

formule qui demeure vraie quand on remplace α par β.

Si l'on porte donc $2 \sin x$ en abscisses et $\frac{x}{\sin x}$ en ordonnées, on obtient une courbe de correction qui permet, connaissant la déviation $\alpha_{\mathfrak{T}}$ fournie par un courant constant i de durée $\mathfrak{T}$, de calculer le facteur de correction par

[1] *Voir*, par exemple, la figure 1.

lequel il faut multiplier cette déviation pour avoir celle que fournirait la même quantité d'électricité $i\tau$ traversant le galvanomètre instantanément.

Comme le facteur d'amortissement n'a pas été introduit dans la courbe, celle-ci est applicable à un instrument quelconque, après que les déviations observées ont été ramenées aux déviations équivalentes non amorties.

Quand la « déviation instantanée » équivalente a été obtenue, on peut appliquer le coefficient d'amortissement, et τ est obtenu par la relation simple

$$(12)\qquad \tau = \frac{T}{2\pi}\,\frac{\beta_i}{\Phi}\sqrt{\rho}$$

qu'on peut écrire

$$(13)\qquad \tau = \frac{K}{i}\,\beta_i.$$

La formule (13) dispense de toute détermination directe du temps.

4. *Effet d'une décharge constante prolongée sur la déviation.* — L'équation (11) nous permet de déterminer l'erreur commise en supposant instantanée la décharge qui s'est en réalité prolongée pendant un temps τ. Le facteur de correction $\frac{x}{\sin x}$ est indépendant de l'amortissement sous certaines conditions. Il ne saurait toutefois s'appliquer avec exactitude au mouvement doué de l'apériodicité critique, comme on le verra plus loin.

L'équation (11) montre que l'erreur commise est théoriquement inférieure à 0,2 pour 100, lorsque l'intervalle de temps à mesurer ne dépasse pas $\frac{30}{T}$.

APÉRIODICITÉ CRITIQUE. — **1.** *Établissement des formules.* — On peut suivre une marche analogue à celle adoptée dans le cas du mouvement périodique.

Aux équations (1) et (2) correspondront les équations

$$(14)\qquad \theta_\tau = \frac{Mi}{q^2}\left[1 - e^{-a\tau}(1 + a\tau)\right],$$

$$(15)\qquad \omega_\tau = \frac{Mi}{q^2}\,a^2\tau\,e^{-a\tau}.$$

Quand le couple résultant appliqué est nul, l'équation du mouvement est

$$(16)\qquad \theta = e^{-at}(A + Bt).$$

Avec les mêmes conditions initiales que pour l'équation (3) on aura

$$(17)\qquad \theta = e^{-at}\left[\theta_\tau + (\omega_\tau + a\theta_\tau)t\right].$$

Le maximum de cette fonction a lieu pour

$$(18)\qquad t_r = \frac{1}{a\left(1 + a\dfrac{\theta_\tau}{\omega_\tau}\right)}$$

et la valeur de ce maximum, correspondant à l'équation (6) est

$$(19)\qquad \gamma_\tau = e^{-\frac{1}{1 + a\frac{\theta_\tau}{\omega_\tau}}}\left(\theta_\tau + \frac{\omega_\tau}{a}\right).$$

Exprimant les résultats en fonction du rapport de la déviation observée à la déviation constante produite par le même courant on obtient

$$(20)\qquad \frac{\gamma_\tau}{\Phi} = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x\left(\frac{e^{2x}}{e^{2x}-1}\right)}},$$

où x a la même signification que précédemment.

Pour l'amortissement critique on a

$$(21)\qquad \frac{\gamma_i}{\Phi} = \frac{2x}{e}.$$

Désignons par δ le coefficient par lequel on doit multiplier la déviation pour la ramener à la déviation équivalente pour une décharge instantanée,

$$(22)\qquad \delta = \frac{2x}{e}\,\frac{e^{2x\left(\frac{e^{2x}}{e^{2x}-1}\right)}}{e^{2x} - 1}.$$

Le tableau I donne les valeurs de $\frac{\gamma_\tau}{\Phi}$ et de δ fournies par les équations (20) et (22) pour différentes valeurs de $2x$.

TABLEAU I.

$2x$.	$\frac{\gamma_\tau}{\Phi}$.	δ.	$2x$.	$\frac{\gamma_\tau}{\Phi}$.	δ.
0,00	0,0000	1,0000	1,60	0,5325	1,1055
0,05	0,0184	1,0002	1,65	0,5458	1,1121
0,10	0,0368	1,0004	1,70	9,5590	1,1189
0,15	0,0551	1,0010	1,75	0,5718	1,1259
0,20	0,0734	1,0017	1,80	0,5845	1,1330
0,25	0,0917	1,0026	1,85	0,5968	1,1404
0,30	0,1099	1,0038	1,90	0,6089	1,1479
0,35	0,1281	1,0051	1,95	0,6207	1,1557
0,40	0,1462	1,0067	2,00	0,6323	1,1636
0,45	0,1642	1,0084	2,05	0,6436	1,1717
0,50	0,1820	1,0104	2,10	0,6547	1,1801
0,55	0,1998	1,0126	2,15	0,6654	1,1887
0,60	0,2175	1,0149	2,20	0,6760	1,1973
0,65	0,2350	1,0175	2,25	0,6863	1,2061
0,70	0,2524	1,0204	2,30	0,6963	1,2152
0,75	0,2696	1,0234	2,35	0,7060	1,2244
0,80	0,2867	1,0266	2,40	0,7156	1,2338
0,85	0,3036	1,0300	2,45	0,7249	1,2434
0,90	0,3203	1,0336	2,50	0,7339	1,2532
0,95	0,3369	1,0375	2,55	0,7428	1,2630
1,00	0,3532	1,0415	2,60	0,7516	1,2729
1,05	0,3694	1,0457	2,65	0,7598	1,2831
1,10	0,3854	1,0501	2,70	0,7680	1,2934
1,15	0,4011	1,0548	2,75	0,7759	1,3039
1,20	0,4166	1,0596	2,80	0,7836	1,3146
1,25	0,4319	1,0647	2,85	0,7910	1,3254
1,30	0,4470	1,0699	2,90	0,7982	1,3365
1,35	0,4618	1,0754	2,95	0,8052	1,3478
1,40	0,4765	1,0810	3,00	0,8122	1,3592
1,45	0,4908	1,0868	3,05	0,8186	1,3707
1,50	0,5050	1,0928	3,10	0,8251	1,3824
1,55	0,5188	1,0990	3,15	0,8312	1,3942

Application de la méthode. — Ayant déterminé $\frac{\gamma \mathfrak{C}}{\Phi}$, δ s'obtient par la considération du tableau I, ou d'une courbe qu'on peut tracer à l'aide des éléments de ce tableau. Le produit de ces deux quantités donne $\frac{\gamma i}{\Phi}$ que l'on substitue dans la relation

$$\mathfrak{C} = \frac{e}{2\pi} T_0 \frac{\gamma i}{\Phi}. \tag{23}$$

L'équation (23) peut s'écrire sous une forme analogue à (13)

$$\mathfrak{C} = \frac{K}{i}. \tag{24}$$

K désigne toujours la constante balistique de l'instrument, égale à $\frac{e T_0 K}{2\pi}$ pour l'apériodicité critique; cette forme de l'équation supprime toute mesure directe de temps. Les précautions indiquées à propos de la première méthode pour diminuer l'erreur due à la non-uniformité du champ magnétique doivent être observées.

Il est important de déterminer exactement la résistance qui doit être mise en dérivation sur le galvanomètre pour l'obtention de l'apériodicité critique. On pourrait simplement observer le mouvement du cadre et faire varier la résistance jusqu'à réaliser la condition cherchée. Il est toujours difficile, dans ces conditions, de distinguer un décrément logarithmique élevé, de 7 unités, par exemple, d'un décrément infini.

L'auteur a développé une méthode qui permet de déterminer la résistance critique avec une grande précision. Elle aboutit à la formule

$$r_c = r_1 \frac{\Lambda'_1 - \lambda}{\pi - \lambda},$$

où r_c désigne la résistance totale du circuit du galvanomètre pour l'apériodicité critique, r_1 la résistance pour un décrément logarithmique Λ_1, et λ le décrément en circuit ouvert (pour la signification de Λ'_1 voir le tableau des notations).

Limites d'application de la méthode. — Les formules établies montrent que la méthode proposée, dans le cas d'un galvanomètre à faible amortissement, convient pour la mesure d'intervalles de temps inférieurs à une demi-période du cadre. Pour le mouvement apériodique critique, il n'y a, d'après la formule, aucune limite supérieure. En réalité quand l'impulsion se rapproche, en grandeur, de la déviation constante, l'accroissement de cette déviation que fournit une augmentation de durée d'une seconde devient faible.

Dans tous les cas la limite supérieure peut être reculée par l'accroissement du moment d'inertie du cadre.

Recherches expérimentales. — Les formules établies ont pu être vérifiées expérimentalement au moyen du dispositif représenté schématiquement sur la figure 1.

G représente le galvanomètre et S le shunt au moyen duquel, grâce au commutateur K_3, on peut réaliser l'amortissement critique. La portion *acb* du circuit permet de court-circuiter l'instrument; la résistance R_1 rend la résistance de *acb* négligeable par rapport à celle de la branche supérieure. R_2 est une résistance de valeur suffisamment élevée pour que le décrément logarithmique demeure constant. M et N constituent, avec le voltmètre V et la batterie B_1, un potentiomètre permettant d'envoyer un courant de grandeur quelconque dans le galvanomètre. A et D sont des relais, qui peuvent, à volonté, être reliés par les commutateurs K_1 et K_2, respectivement, au circuit qui contient le pendule à seconde, et la batterie B_2.

Les relais sont disposés de manière à fonctionner aussitôt qu'un courant instantané les a traversés, coupant ainsi le circuit et le maintenant ouvert jusqu'à ce qu'on le ferme, à la main, au moment d'une détermination nouvelle.

Les colonnes II et III du tableau II, contiennent les résultats de deux séries de déterminations destinées à vérifier l'équation (10). Les valeurs réelles du temps sont indiquées dans la première colonne. On voit que la précision du résultat est notablement altérée pour une durée de 6 secondes, ce qui pouvait être prévu, la demi-période du cadre étant 6,5 secondes. La colonne IV donne les résultats obtenus au moyen de l'équation (23) et du tableau I.

Tableau II.

I.	II.	III.	IV.
1,000	1,002	1,000	1,001
2,000	2,004	2,004	2,000
3,000	3,009	3,000	3,001
4,000	3,998	4,008	3,994
4,000	4,996	5,008	5,000
6,000	5,968	6,038	6,006

(Période du cadre : 13,02 sec; résistance critique : 255,4 ohms.)

Note sur l'homogénéité des équations physiques; Richard-C. Tolman (*Physical Review*, juillet 1916, p. 8-11). — Mlle Ehrenfest-Afanassjewa ayant fait remarquer que les équations des dimensions nécessitent l'homogénéité des relations physiques pour trois paramètres ξ_l, ξ_m, ξ_t, pris arbitrairement, alors que le principe de similitude énoncé par l'auteur ne réclame l'homogénéité que pour un seul paramètre arbitraire, et ayant conclu que le principe de similitude pouvait être considéré simplement comme un autre système de dimensions, différent du système C. G. S., l'auteur s'élève contre cette manière de voir. — Les dimensions d'une grandeur peuvent être considérées comme donnant un raccourci de la définition et exprimant la nature physique de la grandeur. On sait, d'autre part, qu'un assez grand nombre d'équations physiques importantes ne sont pas en accord absolu avec les équations de dimensions : ainsi la loi de Stephan $u = k\Theta^4$, relative à la densité d'énergie, ne peut être mise d'accord avec ces équations qu'en donnant, un peu arbitrairement, à la constante k, les dimensions $ML^{-1}T^{-2}\Theta^{-4}$. Les équations de dimensions ne fournissent aucune indication sur la possibilité de construire un modèle mécanique de l'univers dans lesquels *toutes* les lois physiques se

retrouveraient. — Au contraire le principe de similitude postule cette possibilité, et, par suite, la possibilité de trouver une transformation homogène pour toutes les équations de la physique, un au moins des paramètres ξ, étant choisi arbitrairement.

Les palmers de précision: étude sur la variabilité de leur rayon d'action (*Génie civil*, 16 septembre 1916, p. 186-188). — Dans les ateliers modernes on emploie des palmers devant donner une précision atteignant jusqu'au millième de millimètre. Pour obtenir cette précision il a fallu ne donner à la vis micrométrique qu'une assez faible longueur (25 mm au plus dans la graduation métrique) à cause des difficultés que l'on rencontre dans la construction de longues vis suffisamment exactes. Mais l'exiguïté de la longueur de la vis, si elle est une garantie d'exactitude, a l'inconvénient de limiter beaucoup l'application. Cet inconvénient a pu cependant être éliminé par les constructeurs au moyen de divers dispositifs et l'on arrive à mesurer au millième de millimètre des longueurs de 1 m et plus. Ces dispositifs sont étudiés dans l'article qui est une traduction d'un travail de Gagliardi publié dans *Il Politecnico* du 15 juin.

Mesures électrostatiques de potentiels aux électrodes; G. BORELIUS (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 128-132). — Dans des mesures électrostatiques de potentiel aux électrodes effectuées en 1913, l'auteur avait obtenu des résultats qui paraissaient inconciliables avec la théorie de Nernst. Par une autre méthode de mesure électrostatique, Ewell a été récemment conduit au même résultat. En réalité des recherches nouvelles ont amené l'auteur à penser que la conclusion qu'il avait primitivement formulée tenait à une hypothèse inexacte sur les phénomènes qui se produisent au voisinage des parois des récipients qui renferment les solutions et ne devait pas être maintenue : L'auteur avait supposé constante la différence de potentiel entre le verre et la solution et Ewell admet implicitement que les différences de potentiel entre le métal et le verre d'une part, entre le verre et l'électrolyte d'autre part, sont nulles. En réalité des mesures directes ont prouvé à l'auteur que ces différences de potentiel ne sont pas constantes et encore moins nulles; en particulier la différence de potentiel entre la paroi du vase et la solution est fonction de la nature et de la concentration de l'électrolyte.

Corrections qu'il faut apporter aux impulsions du galvanomètre balistique à cadre pour tenir compte du courant thermo-électrique; P.-E. KLOPSTEG (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 640-645). — Lorsqu'on se sert d'un condensateur étalon pour déterminer les constantes du galvanomètre en circuit fermé, il est nécessaire, immédiatement après la décharge du condensateur, de fermer le circuit de l'instrument sur une résistance choisie de telle sorte que la résistance totale soit égale à celle du circuit dans lequel on devrait faire les mesures. Des dispositifs de clefs et de commutateurs permettent de réaliser instantanément les connexions nécessaires. Mais en passant du circuit ouvert au circuit fermé, il se produit un courant thermo-électrique qui dévie l'équipage dans le même sens ou en sens contraire de la décharge. L'auteur indique les corrections qu'il faut effectuer pour éliminer les effets de ce courant parasite.

Méthode du courant alternatif pour mesurer un coefficient d'induction mutuelle; H.-L. CURTIS (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 692). — Résumé d'une communication présentée au Congrès de Washington de la Physical Society, le 21 avril 1916.

Jauge électrique pour mesurer la hauteur de l'acide dans un bac (*Génie civil*, 5 août 1916, p. 94). — Pour savoir à quelle distance des bords se trouve le niveau d'un liquide contenu dans un récipient, il suffit d'introduire dans le vase une règle verticale jusqu'à ce que le zéro de celle-ci soit au niveau du liquide. La difficulté est de savoir quand cette coïncidence est obtenue; la jauge électrique évite cet inconvénient. Suivant la description qui en est donnée, d'après *Electrical World* du 6 mai, cette jauge consiste en un tube de fer à l'extrémité inférieure duquel sont fixés deux bouts de tubes de verre suivant l'axe desquels sont logés deux fils de platine. Ceux ci sont reliés, par un cordon souple traversant le tube de fer, à une source d'électricité et une lampe à incandescence. Dès que les deux fils de platine touchent la surface d'un liquide conducteur, le circuit est fermé, la lampe s'allume et la lecture d'une règle graduée fixée le long du tube de fer fait connaître la distance du niveau aux bords du vase. — On peut d'ailleurs monter la règle à coulisse le long du tube de manière qu'elle dépasse l'extrémité inférieure de celui-ci; en enfonçant le tout dans un bac, la règle bute contre le fond et, si l'on continue à enfoncer le tube, glisse le long de celui-ci; en arrêtant l'enfoncement au moment où la lampe s'allume, on obtient la hauteur du liquide dans le bac.

Emploi d'un voltmètre pour mesurer la fréquence; W. PEUKERT (*Génie civil*, 19 avril 1916, p. 127). — Courte analyse d'une étude publiée dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 27 janvier. — La résistance effective ou ohmique d'un fil de fer varie avec la fréquence, comme les essais l'ont montré, quand l'intensité du courant reste constante: comme il en est de même pour la résistance inductive, il en résulte que si l'intensité du courant reste constante, la chute de tension dans une bobine en fer est fonction de la fréquence. L'aiguille d'un voltmètre, dont le cadran est gradué spécialement, indique directement la fréquence. — Pour maintenir automatiquement l'intensité constante, on peut intercaler une résistance Nernst dans le circuit de la bobine; ce mode de réglage suffit pour que l'intensité reste pratiquement constante, lorsque la tension de la machine varie dans les conditions ordinaires. — Lors d'un essai, la tension entre les extrémités de la bobine de fer a été de 34,4 volts pour une fréquence de 283 p : sec, de 51 volts pour une fréquence de 435 p : sec, de 64,2 volts pour une fréquence de 479 p : sec, etc.

Instruments de mesure à transformateurs; Chas. C. GARRARD (*Electrician*, 14 et 21 juillet 1916, p. 499-501 et 537-539). — Dans cet article, extrait d'un ouvrage récent intitulé « Electric Switch and Controlling Gear », l'auteur expose sommairement les points suivants : les transformateurs de courant, le diagramme vectoriel de ces transformateurs, l'influence de leurs propriétés sur les indications des instruments de mesure, le calcul de l'influence de l'angle de déphasage sur l'exactitude des lectures d'un wattmètre parfait, la correction de ces lectures, les données de construction des transformateurs de courant, les types de transformateurs et leurs caractéristiques.

Propriétés des « réacteurs » avec noyau de fer et intervalle d'air; S. SANO (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 567-568). — Dans la construction des bobines de réactance destinées à des essais divers, il est souvent nécessaire, en vue de diminuer le poids de cuivre requis, d'employer un noyau de fer : en faisant varier l'entrefer du circuit magnétique il est alors facile de modifier la réactance entre des limites très espacées. Mais le calcul de la réactance correspondant à chaque valeur de l'entrefer est toujours difficile, sinon impossible, à cause des divers facteurs qui interviennent dans le calcul, particulièrement le flux magnétique. Dans l'article qui nous occupe, reproduction légèrement abrégée d'une étude publiée dans *Electrical World*, l'auteur montre qu'en donnant au noyau de fer une forme simple, celle d'un parallélépipède rectangle, et en l'enfermant dans une enveloppe de même forme contenant l'enroulement et portant une fente dans laquelle on fait glisser le noyau, il est possible d'effectuer le calcul de l'inductance avec une approximation suffisante pour la pratique.

Sur l'emploi du fer dans la construction des bobines de self-induction; L. LOMBARDI (*Elettrotecnica*, vol. III, 15 septembre 1916, p. 576-587, 2200 mots, 3 fig., 4 tab.). — L'auteur rappelle avant tout ses recherches sur la propagation des courants alternatifs et des flux périodiques d'induction dans les cylindres de fer, publiées

l'année dernière, et se propose d'en étendre les résultats aux conducteurs de fer, employés dans la construction des bobines de self-induction. Il donne un aperçu historique du problème, qui concerne la résistance et la self-induction effective des solénoïdes, en faisant remarquer les complications relatives aux matériaux de perméabilité très grande et variable. L'auteur expose ensuite les résultats des expériences, qu'il a exécutées sur deux bobines en fer, auxquelles il a appliqué la même méthode, déjà suivie auparavant pour le calcul de la résistance et de la réactance équivalentes, en tenant compte dans l'évaluation de la première des pertes d'énergie par hystérésis, et dans celle de la deuxième de la variation différentielle de la perméabilité. Moyennant des mesures instituées sur des conducteurs rectilignes en fer, de section ronde et carrée, il démontre que l'influence mutuelle est très petite, à cause du facteur démagnétisant très élevé dans les phénomènes d'aimantation transversale. Il en conclut que les théories analytiques des solénoïdes, données par les différents auteurs, ne peuvent pas être appliquées aux bobines magnétiques. Sur la question des avantages que ces bobines peuvent présenter dans les installations industrielles, l'auteur fait remarquer que l'augmentation de la self-induction, due à la perméabilité, est d'autant moins grande, que la fréquence est plus élevée, tandis que la résistance augmente toujours avec la fréquence et la perméabilité. Il s'agit donc de savoir si l'un ou l'autre élément peut contribuer à la protection qu'on désire réaliser. Dans les conducteurs fractionnés, qui ne sont pas tordus, chaque élément se comporte approximativement comme s'il était seul. La torsion donne naissance à une composante longitudinale du champ magnétique, qui complique davantage la situation. Dans une note supplémentaire l'auteur critique certains résultats de M. Jouaust sur les propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées, résultats dont il ne croit pas pouvoir accepter sans réserve les conséquences que la théorie de J.-J. Thomson n'est pas applicable, et que les courants de déplacement dans les métaux ne sont pas négligeables devant les courants de conduction. — Cet article a donné lieu à une discussion à Firenze les 28-31 octobre 1916, dont on trouve le résumé dans *Elettrotecnica* du 25 octobre, p. 664.

Les wattheuremètres à dépassement; E. Martorelli (*Elettrotecnica*, 25 juillet 1916, p. 467-471). — Exposé des différents types en usage aujourd'hui et description du nouveau dispositif Muratori à couple résistance mécanique, qu'on peut appliquer très facilement à tous les compteurs ordinaires, et qui a donné jusqu'ici des résultats très satisfaisants.

Dispositif de lampe et échelle pour galvanomètre de la Leeds and Northrup Co de Philadelphie (*Electrician*, 28 juillet 1916, p. 569). — Ce dispositif, qui se monte sur l'enveloppe du galvanomètre paraît tout à fait pratique tant par la commodité de son réglage que par son peu d'encombrement dans le sens horizontal. La lampe est montée à l'extrémité supérieure d'un tube vertical au bas duquel est un petit miroir incliné d'environ 45° qui renvoie la lumière sur le miroir du galvanomètre, puis reçoit à nouveau les rayons réfléchis par celui-ci et les renvoie sur un miroir en forme de long ruban, à peu près horizontal, porté par un bras à la hauteur de la lampe; par ce dernier miroir les rayons sont enfin renvoyés sur l'échelle disposée comme un pupitre un peu au-dessous du premier miroir. Celui-ci est muni d'une vis de réglage permettant de modifier légèrement son inclinaison et amener ainsi les rayons réfléchis sur l'échelle. La lampe est à filament rectiligne et fonctionne avec 0,5 ampère sous 4 volts; elle donne sur l'échelle un trait lumineux très net.

Détermination de l'équivalent mécanique de la lumière en partant de l'éclat du corps noir; H.-E. Ives et E.-F. Kingsbury (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 177-190). — Ce travail est une addition aux recherches effectuées antérieurement sur le même sujet, par d'autres auteurs et notamment par Nutting. Nous avons indiqué la méthode de ce dernier dans une analyse publiée dans le numéro du 7 juillet 1916, page 21, de *La Revue électrique*. En principe, on se base toujours sur les lois du rayonnement du corps noir ou d'un métal quelconque. Soient e l'éclat du corps noir; m l'équivalent mécanique de la lumière en watts par lumen, ρ_λ et V_λ l'émission et le coefficient de luminosité monochromatiques; on a

$$e = \frac{1}{m\pi}\int_0^\infty \rho_\lambda V_\lambda \, d\lambda.$$

on a identiquement

$$\sigma\Theta^4 = \int_0^\infty \rho_\lambda \, d\lambda,$$

d'après la loi de Stefan Boltzmann; de sorte que la première expression peut s'écrire

$$e = \frac{\sigma\Theta^4}{m\pi}\left|\frac{\int_0^\infty \rho_\lambda V_\lambda \, d\lambda}{\int_0^\infty \rho_\lambda \, d\lambda}\right|.$$

L'expression entre parenthèses représente le rendement lumineux. Les auteurs montrent d'abord, qu'en calculant l'équivalent mécanique d'après les données d'un certain nombre d'expérimentateurs, on voit que la valeur trouvée dépend toujours de la courbe de luminosité employée, toutes choses égales d'ailleurs. D'autre part, en prenant $\sigma = 5,65 \times 10^{-12}$ et c compris entre 14 200 et 14 500, l'erreur commise sur m oscille entre 15 et 20 pour 100. Les auteurs ont donc combiné un dispositif expérimental nouveau pour déterminer l'éclat du corps noir. La méthode photométrique consiste à réaliser rigoureusement l'égalité de couleur entre le corps noir et une lampe à incandescence à filament de carbone dont l'intensité faisait ensuite l'objet d'une mesure séparée. D'autres observations ont été réalisées au moyen d'un four électrique constitué par un tube de 20 cm de longueur et 3 cm de diamètre intérieur sur lequel était enroulé un fil fin de nickel chromé. Les températures ont varié entre 1300° et 1500° K. On a expérimenté aussi aux températures de fusion du platine et de l'or; dans ces deux derniers cas, le four était constitué par une cavité creusée dans un bloc des métaux correspondants et chauffé électriquement. Comme conclusion, les auteurs ont trouvé qu'en prenant pour les constantes du corps noir les nombres rappelés plus haut, la valeur de l'équivalent mécanique de la lumière était comprise entre 0,00139 et 0,00195. Par lumière, il faut entendre ici toute la région du spectre visible délimitée par la courbe de luminosité des auteurs. Des courbes qui donnent m en fonction des constantes, on déduit qu'à la valeur $m = 0,00159$ déterminée directement par Ives correspond pour la constante c le nombre 14 390 microns par degré.

Perfectionnements dans la sensibilité des appareils électriques étalons du Board of Trade; A.-P. Trotter (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 851-852, 2850 mots, 1 fig.).

Étalons et unités électriques; J.-H. Dellinger (*Circular of Bureau of Standards*, n° 60, résumé dans *Journal of the Franklin Institute*, août 1916, vol. CLXXXII, p. 258, 425 mots)

Les instruments de mesure électriques; C.-V. Drysdale (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 853-861, 7200 mots, 36 fig.).

Le potentiomètre à haute tension; Harris-J. Ryan (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1187-1192, 1650 mots, 3 fig.).

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

DIÉLECTRIQUE.

Dilatation et contraction électrique des isolants solides dans un champ électrostatique.

Des recherches sur la variation que subissent les dimensions d'un diélectrique solide soumis à un champ électrique ont été faites par Righi, par Quincke et par Cantone et Pozanni (¹). Les résultats obtenus par ces auteurs sur le verre présentant des discordances, M. L. Bouchet, dont nous avons eu déjà l'occasion de signaler les intéressants travaux sur les diélectriques (²), a repris récemment cette question et a fait connaître les résultats de ses recherches dans deux communications à l'Académie des Sciences (³).

1. La première communication se rapporte à des mesures faites sur le verre, la paraffine et l'ébonite (demi-durci). L'appareil employé est un condensateur cylindrique constitué par deux tubes de laiton coaxiaux, dont l'un est soudé normalement à une plaque métallique et l'autre isolé par un support d'ébonite vissé à la plaque. Le tube isolant, fixé par le bas avec de la paraffine, est installé entre les tubes de laiton; il en est séparé par des intervalles qu'on remplit d'eau bouillie. En somme, c'est l'eau qui joue le rôle d'armatures.

Le condensateur, associé à plusieurs jarres, est chargé avec une machine Voss et les tensions sont appréciées à l'aide d'un micromètre à étincelles taré. On mesure les allongements, par le déplacement de franges d'interférence obtenues entre une lentille plan-convexe et un léger plan de verre mastiqué à l'extrémité libre de l'isolant.

Avec le même dispositif, légèrement modifié, l'auteur a utilisé la méthode des franges pour la détermination des modules d'élasticité par traction de l'isolant.

L'excitation du champ donne lieu, sur toutes les substances, à des dilatations variables avec la durée de la charge et la nature du solide.

Le tableau ci-après contient : les variations unitaires de longueur des isolants, rapportées à un champ unité, et les inverses des modules d'Young, déduits des déformations électriques et mécaniques; les températures et les durées de charge, pour ces deux modes de déformations, étant les mêmes.

(¹) Righi, *Sulla dilatazione dei coibenti armati per effetto della carica* (*Mem. di Bologne*, t. X, p. 407). — Quincke, *Wied. Annalen*, t. X, 1880 et t. XIX, 1883. — Cantone et Pozzani, *Rendiconti del R. Istituto lombardo*, 2ᵉ série, t. XXXIII, 1900.

(²) *La Revue électrique*, t. XXII, 6 novembre 1914, p. 334; t. XXIII, 2 avril 1915, p. 308.

(³) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 14 août et 30 octobre 1916, p. 169-171 et 479-481.

Tableau des variations unitaires de longueur ramenées à un champ

$$H = \frac{V}{l} = 1 : \left(\frac{\Delta l}{l}\frac{1}{H^2}\right),$$

et des modules d'élasticité.

Nᵒˢ des tubes.	Dimensions. Diamètres intérieurs.	Épaisseurs e.	Longueurs utiles l.	Températures.	Durées de charge.	Variations unitaires de longueurs moyennes $\frac{\Delta l}{l}\frac{1}{H^2}$.	Inverses des modules d'Young $\frac{1}{E}$.
			Verre.				
	cm	cm	cm	o	s		
1..	1,45	0,045	40	15	15	$5,2\times10^{-12}$	$1,5\times10^{-12}$
2..	1,44	0,051	35	16	15	$5,45\times10^{-13}$	$1,5\times10^{-12}$
			Paraffine.				non mesurés
1..	1,3	0,2	40	24	35-40	$8,4\times10^{-11}$	$8,7\times10^{-10}$
2..	(¹)						
			Ébonite (demi-durci).				
1..	1,40	0,13	35	12	20	$5,85\times10^{-12}$	$3,5\times10^{-11}$
2..	1,42	0,06	»	14	»	$5,85\times10^{-12}$	$4,9\times10^{-11}$
3..	1,39	0,12	»	18	»	$1,14\times10^{-10}$	$5,8\times10^{-10}$
4..	1,45	0,09	»	12	»	$8,5\times10^{-12}$	$4,2\times10^{-11}$

Du rapprochement des déformations réduites et des modules d'élasticité il ressort que les dilatations croissent en même temps que les inverses des modules d'Young et, pour les quatre tubes d'ébonite, les allongements sont sensiblement proportionnels à $\frac{1}{E}$. Ce résultat laisse entrevoir qu'il y a dépendance entre les déformations électriques et les modules d'élasticité.

On peut admettre que ces déformations sont dues aux tensions normales au champ, lesquelles, d'après Maxwell, ont pour valeur $\frac{KH^2}{8\pi}$, où en prenant comme pouvoirs inducteurs spécifiques (²) les nombres suivants:

Verre.	Paraffine.	Ébonite.
$K = 2,5$	$K = 2,3$	$K = 3$

l'auteur a calculé les dilatations qu'on devrait observer. Aux erreurs d'expériences près, on interprète ainsi exac-

(¹) Un deuxième tube de mêmes dimensions a donné sensiblement les mêmes résultats.

(²) La constante du verre est déduite de la relation théorique $K = n^2$; celle de la paraffine a été empruntée aux travaux de M. L. Malclès sur l'ozokérite et de Boltzmann sur la paraffine; celle de l'ébonite a été mesurée par M. L. Bouchet au moyen d'une méthode électrométrique.

tement les résultats relatifs à la paraffine, que l'isolant soit ou non en contact avec les armatures.

Le désaccord est au contraire très marqué pour l'ébonite et surtout pour le verre, pour lequel les allongements observés sont environ quatre fois plus grands que les nombres calculés, mais il convient de remarquer que ces deux dernières substances ne réalisent pas le diélectrique parfait.

2. Les mesures précédentes montrent la dilatation des solides dans le sens normal au champ électrostatique. Les expériences relatées dans la seconde communication de M. Bouchet établissent que, dans la direction même des champs, il y a contraction de la matière.

La matière employée dans ces expériences est le caoutchouc. Découpé en rondelles d'épaisseurs variables ayant toutes 15 cm de diamètre, le caoutchouc est soudé sur une de ses faces, avec de la paraffine, à un disque en laiton; une feuille d'aluminium mince ou de papier d'étain est collée sur la face opposée. Si l'on crée un champ entre les armatures de ce condensateur, la rondelle isolante doit se déformer : 1° sous l'action des pressions électrostatiques; 2° à cette déformation peut se superposer une contraction ou une dilatation causée par une action directe du champ.

L'auteur a mesuré les variations d'épaisseur du caoutchouc, au moyen d'un système de franges localisées entre une lentille et un plan de verre, supporté par un tube d'ébonite, lequel est scellé au centre et normalement à la face du disque isolant recouverte de papier d'étain. Le condensateur est situé dans une position horizontale. Les contractions dues aux pressions électrostatiques sont calculées d'après les champs et les constantes apparentes élastiques et diélectriques obtenues par des mesures directes.

Soient e l'épaisseur de caoutchouc, K sa constante diélectrique apparente, E son module d'Young, V la différence de potentiel entre les armatures, et Δe la variation d'épaisseur; on a, pour la contraction provenant des pressions électrostatiques,

$$\Delta e = \frac{1}{E} \frac{KV^2}{8\pi e}.$$

M. Bouchet a expérimenté sur deux disques de caoutchouc vulcanisé, sans charge minérale (para normal) et sur un autre échantillon de gomme pure non vulcanisée.

Pour les deux premiers échantillons, les contractions observées sont plus grandes que les contractions calculées, et, pour les champs établis entre les armatures, les différences, représentant l'effet direct du champ, croissent à peu près comme les carrés des différences de potentiel. Dans le cas du caoutchouc non vulcanisé, l'action propre du champ n'est pas manifeste; cela tient sans doute à ce que cette matière possède une conductibilité très appréciable. On a constaté sur cet échantillon une déformation résiduelle énorme.

Les nombres qui suivent donnent les valeurs de Δe calculées d'après l'expression ci-dessus et les contractions observées :

K.	$\frac{1}{E}$.	Épaisseurs.	Différences de potentiel (en unités électrostatiques).	Δe calculées d'après les pressions électrostatiques.	Δe observées (en centimètres).	Différences.
			N° 1. — *Para normal.*			
4	$3,1.10^{-8}$	cm 0,65	16,4	— 2,05	— 3,0	$-0,95.10^{-6}$
			27,6	— 5,8	— 7,5	—1,7
			38,3	—11,0	—15,0	—4,0
			N° 2. — *Para normal.*			
4	$2,8.10^{-8}$	0,35	16,4	— 3,35	— 4,5	$-1,15.10^{-6}$
			27,6	— 8,7	—10,5	—1,8
			38,3	—18,7	—22,5	—3,8
			N° 3. — *Gomme pure.*			
4?	$4,0.10^{-8}$	0,30	16,4	— 5,4	— 5,1	$+0,32.10^{-6}$
			27,6	—16,25	—19,5	—3,35?
			38,3	—31,2	— 3,3	—1,18

Pour rendre plus probante l'action du champ, M. Bouchet a cherché à multiplier son effet; dans ce but il a réalisé une série de cinq condensateurs superposés : cinq rondelles de caoutchouc, identiques, de 6,5 mm d'épaisseur et de même provenance que l'échantillon n° 1 sont séparées alternativement par des disques en laiton; les plaques métalliques extrêmes sont soudées aux rondelles adjacentes. En raison même du dispositif, l'effet relatif aux pressions électrostatiques est le même que dans l'expérience réalisée avec une seule rondelle.

En chargeant, ce condensateur multiple, M. Bouchet a noté, pour des champs égaux à ceux qu'il avait utilisés lors de la première expérience, et dans chaque cas, des déplacements de franges sensiblement doubles de ceux qu'a fournis le disque unique; ce qui correspondrait, en défalquant la contraction due aux pressions électrostatiques, à une action directe du champ, quatre à cinq fois supérieure à celles que donne une rondelle unique dans la première expérience.

Ces dernières mesures confirment donc les résultats de l'expérience initiale. Il semble donc établi par là que, sous l'action d'un champ électrostatique, le caoutchouc vulcanisé se contracte dans la direction des lignes de force. M. Bouchet ajoute que des expériences analogues faites sur le verre (disques de 4 mm d'épaisseur) n'ont révélé aucune déformation de cette substance.

Quelques propriétés des gouttelettes de mercure importantes au point de vue des mesures électroniques; L.-W. Mc KEEHAN (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 142-143). — Ce travail constitue un complément à une étude antérieure de l'auteur relative à la correction à apporter à la loi de Stokes dans les gaz (L.-W. Mc KEEHAN, *Physical Review*, t. XXXII, 1911, p. 341 pour des sphères de mercure. — Le mercure présente l'avantage de pouvoir s'obtenir facilement sous forme de gouttelettes par diverses méthodes; c'est un liquide, par suite les gouttes sont parfaitement sphériques; sa densité et sa viscosité sont connues

et demeurent sensiblement constantes aux températures ordinaires. Dans l'étude antérieure déjà citée, les sphères de mercure avaient été abandonnées à cause du pouvoir réflecteur élevé de leur surface et de la difficulté expérimentale qui en résulte pour obtenir une image définie dans le microscope, quand le rayon est égal à un petit nombre de longueurs d'ondes lumineuses. L'auteur décrit une méthode qui résout cette difficulté et permet de mesurer le rayon de ces sphères avec une erreur de 1 à 2 pour 100; les gouttelettes étant examinées sur une lame de verre, à l'aide d'un microscope micrométrique, on dispose des lampes à incandescence à verre dépoli, de chaque côté du microscope dans le plan focal inférieur, c'est-à-dire dans le plan horizontal qui contient la gouttelette, à 20 cm de l'axe du microscope. Quand la gouttelette est amenée au centre du champ, les deux images de ces lampes fournies par le petit miroir sphérique de mercure constituent les centres d'anneaux de diffraction dont on mesure la distance avec le micromètre. L'expérience montre qu'une variation dans la mise au point suffisante pour rendre la luminosité de l'anneau central insignifiante à côté de celle du premier anneau de diffraction (variation qui ne saurait passer inaperçue) n'affecte pas la distance entre le centre des anneaux, alors que la même variation de mise au point altère suffisamment le contour apparent de la sphère pour rendre impossible la mesure du diamètre par la méthode habituelle. La détermination ainsi faite donne la valeur de $a\sqrt{2}$ où a est le rayon du miroir sphérique; la théorie montre que l'écart à la forme sphérique est négligeable. — L'observation d'une sphère pendant un temps assez long (une dizaine de jours) fait apparaître une diminution du rayon, caractérisé par la valeur de $-\frac{da}{d}$, qui dépend de l'âge et des conditions antérieures de la sphère. La présence autour des gouttelettes d'une atmosphère réductrice (CO, H) exerce une influence sur la variation de a en fonction du temps. — L'évaporation d'une surface de mercure est plus que suffisante pour rendre compte du taux de décroissance observé. Comme la circulation d'un courant gazeux autour des sphères a été trouvée sans effet sur la décroissance, il faut admettre que la diffusion suffit à maintenir la pression de la vapeur, au voisinage d'une gouttelette, bien au-dessous de la pression de saturation. En réalité la décroissance observée implique une évaporation qui n'est que le centième de la valeur théorique qu'on aurait dans le vide parfait. L'écart peut être dû à une modification de la surface du mercure. L'altération qui se produit dans l'air doit être attribuée à une mince couche transparente d'oxyde de mercure qu'on peut enlever mécaniquement par un liquide ou chimiquement par une atmosphère réductrice. — Ces altérations de la surface ont leur retentissement sur la correction à la formule de Stokes qui pourrait n'être pas la même dans le cas de gouttelettes différentes obtenues par condensation de la vapeur. Cette variation rendrait les déterminations électroniques de charge électrique particulièrement erronées pour les sphères de très petit diamètre, qui nécessitent une correction notable à la formule de Stokes.

Résistances et pouvoirs thermo-électriques de l'oxyde de fer; C.-C. Bidwell (*Physical Review*, juillet 1916, p. 12-19). — L'auteur a étudié les propriétés électriques d'échantillons d'oxyde de fer Fe^3O^4 obtenus en fondant Fe^2O^3 dans l'arc; au moyen d'une presse hydraulique on constitue des baguettes de 1 cm de long et de 2 mm d'épaisseur, que l'on chauffe à l'air libre, pendant plus d'une heure, à la température de 1400° C. — Par une modification de la formule de Königsberger, établie dans la théorie électronique, l'auteur admet la relation

$$(1)\qquad \rho = A e^{\left(\frac{Q}{RT} + aT\right)},$$

où ρ désigne la résistivité, R la constante des gaz parfaits, approximativement égale à 2, Q la chaleur de dissociation des électrons (c'est-à-dire la chaleur nécessitée pour libérer un atome-gramme d'électrons des atomes auxquels ils appartiennent), et e la base des logarithmes népériens. L'équation (1) peut s'écrire

$$(2)\qquad \log_{10}\rho = 0,435\left(\frac{Q}{RT} + aT\right) + \log_{10}A,$$

et, par dérivation,

$$(3)\qquad -\frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{dT} = \frac{Q}{RT^2} - a.$$

En portant en abscisses $\frac{1}{T^2}$ et en ordonnées le premier membre de l'équation (3), l'auteur obtient des droites pour les échantillons étudiés dans l'intervalle de température 1200°-800°; une brusque variation se produit entre 600° et 800°, indiquant une transformation de l'oxyde de fer qui peut être rapprochée de celle que subit le fer vers ces mêmes températures. — La formule empirique

$$\rho = AT^n e^{\frac{Q}{RT}},$$

plus commode à manier que la formule (1), a fourni des résultats satisfaisants pour des valeurs de n voisines de — 2. — Les graphiques, représentant les variations du pouvoir thermo-électrique en fonction de la température, sont constitués par deux portions de droites se coupant dans la région où l'étude des résistances a révélé l'existence d'un point de transformation. — Des graphiques représentant simultanément le pouvoir thermo-électrique et le logarithme de l'expression ρT^{-n}, l'auteur conclut qu'une diminution de Q est accompagnée d'un accroissement de la variation du pouvoir thermo-électrique avec la température.

Note relative à l'influence des bords sur l'électrostriction des condensateurs cylindriques; E.-G. Kemble (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 614-624). — Il y a deux méthodes pour calculer les déformations d'un diélectrique solide lorsqu'il est placé dans un champ électrique; l'une est basée sur l'emploi des équations de l'équilibre des corps élastiques; l'autre fait intervenir les énergies mises en jeu. Par cette dernière méthode, M. Sacerdote a établi les formules qui donnent la déformation d'un condensateur dans le cas où les armatures sont en contact avec le diélectrique (métallisation du diélectrique) et dans le cas où les armatures sont indépendantes du diélectrique (*Journ. de Phys.*, 1899, p. 457 et 531; 1901, p. 200). En 1911, M. Adams a publié un travail sur le même sujet, mais en faisant état de la théorie élastique; les formules auxquelles il est arrivé diffèrent de celles de M. Sacerdote et semblent mieux s'adapter aux résultats expérimentaux. Dans le présent travail, l'auteur se propose de montrer que, pour faire concorder les formules déduites des deux méthodes, il suffit de tenir compte de l'action de certaines forces longitudinales dues au champ électrique dans le voisinage des bords des armatures. Il termine par la critique des expériences de More et Shearer déjà discutées par M. Sacerdote dans le *Journal de Physique*, 1901, p. 200.

Sur la constante diélectrique et la conductivité électrique du mica dans les champs intenses; H.-H. Poole (*Philosophical Magazine*, t. XXXII, juillet 1916, p. 112-129). — L'auteur pense que, s'il y a une analogie entre la polarisation électrique et l'aimantation, il n'est pas exagéré de supposer qu'on doit constater une variation de la constante diélectrique quand le gradient du potentiel approche de la tension de claquage. Il a choisi le mica pour faire ses expériences, ce diélectrique étant facilement obtenu en lamelles minces d'épaisseur uniforme. On charge un petit condensateur au mica avec une machine de Wimshurst à un potentiel connu et on le décharge à travers la bobine d'un galvanomètre balistique dont l'enroulement est convenablement isolé. Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit : 1° On n'a remarqué aucune variation de la constante diélectrique jusqu'à des potentiels de 3×10^6 volts · cm; 2° le courant de conduction augmente rapide-

ment avec le gradient du potentiel quand celui-ci est très élevé. La formule $\log I = A + \log H + BH$ représente assez bien, dans de larges limites, la relation entre le courant de conduction I et le gradient du potentiel H. A et B sont des constantes. Le courant de perte se calcule par la formule $I = aHe^{bH}$, où a et b sont aussi des constantes.

La décharge électrique dans un champ magnétique transversal; D-N. Mallik et A-B. Das (*Philosophical Magazine*, t. XXXII, juillet 1916, p. 50-65). — Dans une communication publiée dans *Philosophical Magazine* d'octobre 1908, l'un des auteurs a fait connaître les particularités de la décharge électrique dans un tube de la Rive quand la pression décroît progressivement. Quand on part de la pression atmosphérique, on constate d'abord une pluie d'étincelles qui remplissent tout le tube; tous ces faisceaux se réduisent à une simple bande ou à un faisceau épais dès que le vide est suffisamment élevé. C'est alors seulement que se manifeste le phénomène de la rotation sous l'action d'un champ, comme dans l'œuf de la Rive; si, à partir de cet instant, on réduit encore la pression, la bande se transforme et la rotation cesse. L'explication de ces phénomènes conduit à admettre que le nombre relatif des ions positifs et négatifs présents dans le tube change pour les différentes valeurs de la pression. Le but du présent travail est d'étudier l'allure de la décharge quand le stade rotatoire est passé. Il résulte de l'expérience et de la théorie que le phénomène dépend : 1° de la tension appliquée au primaire de la bobine d'induction; 2° de la nature de la bobine; 3° de la différence de potentiel entre les bornes du tube de décharge; 4° de leur distance; 5° et 6° de la pression et de la nature des gaz ou de la vapeur qui existe dans le tube; 7° de la nature des électrodes. 12 photographies de décharges illustrent l'article.

Note sur l'action du calcium dans un tube à décharge; H-B.-C. Allison (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 688). — Un tube de Plücker, vidé sur de l'argon à 99,8 pour 100 de pureté jusqu'à la pression de 2 mm de mercure et contenant un morceau de calcium, montre au spectroscope les raies de l'argon, de l'azote et de l'hydrogène aux premières décharges. Au bout de quelques instants, les raies de l'azote disparaissent, puis celles de l'hydrogène et il ne subsiste que les raies de l'argon. Dans cette première expérience le calcium n'est pas en contact avec une des électrodes; en plaçant le tube de façon à produire ce contact, les raies de H se montrent de nouveau, pour s'effacer encore quand on revient à la première position. L'auteur pense que dans ce dernier cas, il se forme un hydrure de calcium qui se décompose par la suite quand le morceau de calcium vient en contact avec l'une des électrodes.

Spectres de la série L pour les éléments compris entre le tantale et l'uranium; M. Siegbahn et E. Friman (*Philosophical Magazine*, t. XXXII, juillet 1916, p. 39-49). — Les auteurs ont réussi à trouver 11 groupes différents de raies pour les éléments de poids atomique élevé. En outre, quelques groupes restent indécis et demandent de plus amples investigations.

Phénomènes produits par le passage des rayons X à travers des ouvertures étroites; E-G. Taylor (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, août 1916, p. 207-208). — J. Laub a étudié dans le *Phys. Zeit.* de 1914 et le *Ver. Hand. deut. Phys. Ges.* de 1915, quelques phénomènes obtenus par l'action, sur une plaque photographique, de rayons X ayant traversé une ouverture étroite. Les apparences présentées sont analogues aux bandes de diffraction que donne la lumière ordinaire dans des conditions semblables et Laub les explique en supposant que le travail mécanique de la substance qui constitue l'écran détermine une structure micro-cristalline des bords de l'ouverture sur laquelle se produit une diffraction des rayons X. — L'auteur qui a répété les expériences de Laub, s'élève contre leur interprétation. Les apparences observées seraient dues, d'après lui, à des images astigmatiques des régions utiles de l'anticathode fournies par les ouvertures étroites de l'écran. Un des arguments les plus forts est que deux ouvertures identiques percées dans un écran de fer et dans un écran de plomb ont fourni les mêmes apparences et qu'il est bien peu probable que des éléments aussi différents que le fer et le plomb possèdent la même structure microcristalline.

Expériences ayant pour but d'établir si la formule des quanta est applicable aux rayons X caractéristiques: D-L. Webster (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 599-613). — Il paraît à peu près démontré, d'après les expériences de Hull qui sont relatées dans *La Revue électrique* du 5 mai 1916, page 278, que la relation existant entre la tension d'excitation et la fréquence des rayons X est de forme linéaire, c'est-à-dire régie par la théorie des quanta : $eV = h\nu$. On tire de cette relation la valeur ν de la fréquence des rayons X correspondant à une tension V appliquée au tube cathodique. On peut se demander si la loi s'étend aussi aux rayons X caractéristiques. L'auteur s'est servi pour cela d'un tube Coolidge à anticathode en rhodium et il a cherché sous quelles conditions se produisaient les raies α et β de la série K. Ses expériences l'ont conduit aux résultats suivants : 1° les rayons de la série K du rhodium ne sont produits qu'à des tensions supérieures à celles requises pour exciter une radiation générale de fréquence égale ou légèrement plus élevée que celle des raies γ; 2° au-dessus de ce potentiel toutes les raies de la série K augmentent d'intensité dans la même proportion pour une élévation déterminée de la tension; le taux de l'accroissement augmente, d'une manière continue, alors que, pour un intervalle très limité du spectre général, il décroît d'abord et devient finalement constant; 3° de ces expériences, on déduit pour la constante h de Planck le nombre $6{,}53 \times 10^{-27}$ erg-seconde en prenant $e = 4{,}774 \times 10^{-10}$ U. E. S.; ce qui démontre que la loi des quanta s'applique également aux rayons X caractéristiques.

Étude expérimentale de la loi de variation de la masse en fonction de la vitesse pour les rayons cathodiques; Lloyd-T. Jones (*Physical Review*, juillet 1916, p. 52-65). — L'auteur s'est proposé d'étudier expérimentalement la loi de variation de la masse des électrons en fonction de la vitesse et de la comparer aux relations théoriques indiquées : par Abraham,

$$\frac{m}{m_0} = \frac{3}{4\beta^2}\left(\frac{1+\beta^2}{2\beta}\log\frac{1+\beta}{1-\beta} - 1\right),$$

et par Lorentz-Einstein,

$$\frac{m}{m_0} = (1-\beta^2)^{-\frac{1}{2}},$$

β désignant le rapport de la vitesse de l'électron à celle de la lumière et $\frac{m}{m_0}$ le rapport de la masse m de l'électron animé de la vitesse v à la masse m_0 qu'il prend aux faibles vitesses. — Dans les recherches consacrées par Stark d'une part, par Guye et Ratnosky d'autre part, à l'étude de la variation du quotient $\frac{m}{m_0}$, un rayon cathodique traverse des champs électrique et magnétique non uniformes et la déviation produite est mesurée sur un écran phosphorescent perpendiculaire à la direction du rayon; le faisceau cathodique doit donc être homogène. L'établissement de la loi de variation de m nécessitant un grand nombre d'observations faites pour des vitesses différentes, l'auteur s'est proposé d'instituer une méthode qui diminue les difficultés matérielles dans le cas de rayons cathodiques et qui soit également applicable aux rayons β du radium. Elle consiste dans l'utilisation de champs magnétiques et électriques rigoureusement uniformes ce qui permet l'emploi de faisceaux non homogènes constitués par des électrons ayant toutes sortes de vitesses; le calcul de $\frac{e}{m}$ pour toutes ces vitesses peut être

fait à partir des résultats obtenus sur une seule photographie. — Le faisceau se propage dans les champs électrostatique et électromagnétique dont les lignes de forces sont parallèles, et vient frapper une plaque photographique posée sur le plateau inférieur du condensateur électrostatique. La trajectoire de la particule cathodique s'incurve vers le bas sous l'action du champ électrique et vient rencontrer la plaque photographique à une distance l de la source; elle s'incurve latéralement sous l'action du champ magnétique qui produit une déviation z. Par suite de la présence d'électrons de différentes vitesses on obtient sur la plaque une longue trace qui permet le calcul de $\frac{e}{m}$ pour chaque point, c'est-à-dire pour toutes sortes de vitesses. — En désignant par V la différence de potentiel appliquée entre les deux plateaux du condensateur, par d la distance des plateaux, par t l'épaisseur de la plaque photographique par K la constante diélectrique de cette plaque, par H le champ magnétique, les valeurs de $\frac{e}{m}$ et de ν pour une particule se déduisent des équations

$$\frac{m\nu^2}{e} = \frac{V(l^2+z^2)10^8}{2d\left(d+\frac{t}{K}\right)},$$

$$\frac{e}{m\nu} = \frac{2z}{H\sqrt{l^2+z^2}}.$$

Voici quelques valeurs de $\frac{e}{m}$ obtenues pour différentes valeurs de ν par la considération d'une photographie

$$\left(V = 1926 \text{ volts},\ d = 0{,}8137 \text{ cm},\ d+\frac{t}{K} = 0{,}8418 \text{ cm}\right),$$

$\frac{e}{m}\times 10^{-7}$.	$\nu \times 10^{-10}$.
1,708	0,6089
1,625	0,6696
1,653	1,056
1,632	1,125
1,599	1,189
1,558	1,247
1,533	1,311
1,504	1,371
1,508	1,446
1,495	1,512

Pour de très faibles vitesses on a adopté la valeur $\frac{e}{m_0} = 1{,}765 \times 10^7$ qui s'accorde bien avec les résultats expérimentaux. — Les courbes obtenues montrent que la loi de variation de $\frac{e}{m}$ en fonction de ν est en meilleur accord avec la formule de Lorentz-Einstein qu'avec celle d'Abraham.

Les rayons rétrogrades positifs émis par une cathode froide; [illegible] Smith (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 625-639). — Si à l'aide d'un aimant on dévie le faisceau cathodique d'une ampoule de Crookes, on constate qu'il subsiste un faisceau extrêmement pâle sur lequel le champ magnétique est sans action. L'expérience prend une forme particulièrement nette si l'on introduit préalablement dans le tube des traces de vapeur d'eau; cette vapeur se dissocie en hydrogène et oxygène, et dans ces conditions le faisceau cathodique paraît jaune (fluorescence de l'oxygène); le faisceau de J.-J. Thomson paraît rose (fluorescence de l'hydrogène). Ces rayons positifs ont les mêmes propriétés que les rayons-canaux et sont peut-être dus à un rebondissement de l'afflux cathodique (matière électrisée positivement, de couleur rose et provenant de toutes les parties de l'espace obscur de Hittorf). En 1907, J.-J. Thomson a reconnu que ces rayons positifs sont déviables par des champs électriques et magnétiques très intenses et qu'ils contiennent : *a*. des atomes et des molécules d'hydrogène chargés positivement; *b*. des atomes d'oxygène chargés positivement; *c*. des atomes d'hydrogène et d'oxygène chargés négativement. Ses photographies montrent que les trajectoires correspondant aux ions négatifs sont plus intenses que celles des ions positifs; le contraire a lieu avec les rayons positifs ordinaires. M. Smith a donc repris l'étude du même sujet; il a trouvé que la molécule d'oxygène et la molécule d'hydrogène sont les seuls porteurs ayant une charge négative, il n'apparaît aucun atome. Les vitesses mesurées sont inférieures à celles obtenues par J.-J. Thomson et, en général, les trajectoires correspondant à un porteur négatif sont plus nettes que celles correspondant à un porteur positif. L'auteur désigne ces nouveaux rayons sous le nom de *rayons rétrogrades*, puisqu'ils semblent résulter d'un rebondissement de l'afflux cathodique. La pression à laquelle ils se produisent le mieux est comprise entre 0,015 et 0,008 mm de mercure. Les particules doivent avoir une vitesse d'au moins 2×10^5 cm : sec pour les molécules d'hydrogène et de $4{,}5 \times 10^4$ cm : sec pour les molécules d'oxygène pour impressionner la plaque photographique; mais on ne sait pas si cette impression est l'effet de la quantité de mouvement, de l'énergie cinétique ou de la vitesse.

Influence d'un champ magnétique sur la conductibilité des flammes; C.-W. Heaps (*Physical Review*, 2e série, t. VII, juin 1916, p. 663-675). — Quand un gaz ionisé est soumis à l'action d'un champ électrique, les ions positifs et négatifs se précipitent dans des directions opposées et il naît un courant électrique. On a déterminé les vitesses de ces ions en multipliant les conditions et les méthodes expérimentales. Pour les champs faibles on a trouvé que la vitesse de l'ion négatif est proportionnelle au champ et plus grande que celle de l'ion positif. Pour la flamme d'un bec Bunsen, les mobilités k_- ont varié de 2,45 cm à 12,9 cm; l'auteur a repris ces expériences et établi ce fait que la mobilité k_- de l'ion négatif diminue avec le champ. D'autre part, Townsend a montré que, pour les gaz à la température ordinaire, la mobilité k_- est une fonction assez compliquée du rapport $\frac{H}{p}$, où H représente l'intensité du champ électrique et p la pression du gaz, tandis que l'auteur est arrivé à ce résultat que, si $\frac{H}{p}$ est faible, la mobilité est proportionnelle à $\frac{H}{p}$; puis il y a un stade où la mobilité croît très vite avec $\frac{H}{p}$ pour redevenir de nouveau proportionnelle à $\frac{H}{p}$ quand ce dernier rapport est très grand. L'expérience consiste à déterminer les variations dans la conductibilité d'une flamme (mélange d'essence et d'air) dans un champ magnétique. Cette conductibilité est définie par le rapport du courant d'ionisation au gradient du champ. On a ainsi trouvé pour k_- une valeur maximum de 20,4 cm : sec. D'autre part, si $\frac{H}{p}$ est inférieure à 0,09, les ions de la flamme sont des électrons libres; quand $\frac{H}{p}$ décroît de 0,09 à 0,01, les électrons libres commencent à s'associer avec les molécules du gaz et au-dessous de 0,01 les électrons ne sont libres que pendant le huitième de leur existence. Les variations de la mobilité en fonction de $\frac{H}{p}$ expliquent certainement le manque de concordance entre les valeurs obtenues par différents expérimentateurs.



VARIÉTÉS.

ENSEIGNEMENT.

Sur quelques conditions à remplir pour l'organisation et la sanction d'un enseignement technique supérieur en France.

INTRODUCTION. — VUES GÉNÉRALES SUR L'ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DES SCIENCES INDUSTRIELLES. — La question de l'Enseignement technique supérieur en France a donné lieu jusqu'ici à d'assez nombreux malentendus [1]. J'ai eu l'occasion de signaler quelques-uns d'entre eux dans un récent article de la *Revue scientifique ;* j'ai montré, notamment, qu'il y a lieu d'établir une distinction entre les ingénieurs ès arts, c'est-à-dire ceux qui ont une éducation générale d'ingénieur et une carrière conformes aux idées anciennes et à l'étymologie historique du mot *ingénieur* (*voir* le *Dictionnaire étymologique* Hatzfeld et Darmesteter, t. II, p. 1010) et les ingénieurs scientifiques correspondant à une conception plus récente.

J'ai montré que ces deux catégories d'ingénieurs ne font pas double emploi et qu'il est par conséquent nécessaire de conserver les établissements d'instruction anciens, tout en renforçant ou créant des établissements d'enseignement scientifico-techniques, capables d'une part de former directement des spécialistes et d'autre part de donner aux ingénieurs à instruction générale, un enseignement complémentaire, ce dernier devant les spécialiser dans la mesure du possible en un délai d'un an et leur permettre ainsi de *savoir employer* des ingénieurs spécialisés et de comprendre la méthode scientifique et l'importance de son emploi dans l'Industrie.

C'est dans ce même ordre d'idées que j'ai déjà préconisé dans cette Revue [2] l'union sacrée entre les différents établissements anciens et nouveaux, et l'estime mutuelle au lieu de l'esprit de dénigrement et de rivalité, qui ne peut qu'affaiblir les anciens sans aider efficacement à la prospérité des nouveaux.

D'ailleurs, l'idée trop souvent répandue et séduisante de simplicité, qu'on peut favoriser le développement de l'enseignement technique en détruisant les institutions existantes et solides, est une idée enfantine, bonne pour des cerveaux primaires qui n'ont pas appris la philosophie de l'histoire. Celle-ci nous enseigne que ce n'est jamais en détruisant des organismes utiles qu'on a accru la prospérité de la communauté, mais seulement en construisant des organismes nouveaux, en les employant à compléter et à concurrencer utilement les organismes anciens jusqu'à ce que l'expérience montre si ceux-ci deviennent inutiles. On ne doit détruire une maison que lorsqu'une maison neuve plus grande et mieux installée peut avantageusement la remplacer.

J'ai mis également en évidence dans l'article de la *Revue scientifique* le fait que pour certaines branches de la technique, telles que les travaux publics, l'exploitation des mines, les constructions civiles, etc., nous ne sommes pas en infériorité ni en retard par rapport à nos concurrents de l'étranger et que nos établissements existants, publics ou privés, sont pour le moment très suffisants pour former des ingénieurs et sous-ingénieurs de ces catégories.

La véritable question à résoudre actuellement, c'est de développer l'enseignement technique supérieur applicable à l'industrie privée sous ses différentes formes : industries mécanique, physique, électrique, chimique, et toutes les industries qui en dérivent, telles que la filature, le tissage, la papeterie, l'éclairage, etc. Dans ce but j'avais proposé autrefois [1] la création, dans un petit nombre de grands centres industriels, de Facultés techniques autonomes, constituées à peu près sur le même type que les Facultés de médecine et ayant un corps professoral absolument autonome et compétent, c'est-à-dire choisi à la fois parmi des ingénieurs, et parmi des scientifiques ayant pratiqué l'industrie pendant un certain nombre d'années.

Un très intéressant projet de loi dans le même sens a été récemment déposé au Sénat par M. le sénateur Goy [2] dont l'heureuse initiative a droit à toute notre gratitude; mais ses dispositifs s'écartent sensiblement de ceux que j'avais indiqués et ne me paraissent pas répondre aussi bien aux buts poursuivis.

Notamment M. le sénateur Goy envisage :

1° La création d'une Faculté technique par chaque Université;

2° Un seul degré d'études, dans ces Facultés, aboutissant directement à un diplôme de docteur professionnel, analogue au diplôme de docteur en médecine;

3° Le recrutement des élèves exclusivement par les licenciés ès sciences;

4° L'emploi exclusif de professeurs temporaires, dont le mode de recrutement n'est pas défini.

Sur tous ces points, mon ancien projet est en désaccord avec celui de M. Goy, car j'avais prévu :

1° La création d'un très petit nombre de Facultés techniques (six par exemple), ayant le caractère d'écoles d'ingénieurs, plutôt que le caractère académique ordinaire;

2° La sanction normale des études par le diplôme

(1) *Considérations générales sur les techniciens et sur l'enseignement technique* (*La Revue scientifique*, 29 juillet 1916).

(2) *Sur les ingénieurs des grandes écoles et la guerre* (*La Revue électrique*, 2 juin 1916).

(1) Congrès des Applications de l'Électricité (Marseille, 1908); Congrès de l'Association française (Lille, 1909).

(2) Cf. *La Lumière électrique*, 9 décembre 1916. M. Barbillion, le savant directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, a publié sur ce projet d'intéressantes discussions, notamment dans l'*Information universelle* du 20 septembre 1916.

d'ingénieur, correspondant au diplôme de licencié dans les Facultés de Sciences, et l'obtention ultérieure d'un diplôme de doctorat, comme dans les Facultés de Sciences, par les ingénieurs qui présenteraient un travail personnel de valeur suffisante;

3° Le recrutement des élèves au sortir du lycée et leur passage probable pendant deux ans dans des cours spéciaux de Facultés de Sciences ou de Facultés techniques, conduisant à un diplôme préalable de Mathématique-Physique-Chimie [1], analogue au diplôme des candidats-ingénieurs de l'Université de Liége. Je serais même d'avis, aujourd'hui, que le diplôme pourrait être remplacé par un simple examen au cours des études dans l'Établissement technique supérieur, s'il n'avait l'avantage de permettre aux élèves de changer éventuellement d'institut après une ou deux années d'études, suivant qu'on adoptera le régime de quatre années au total (que j'avais proposé, à l'imitation des établissements étrangers) ou celui de trois ans, que les exigences de la loi militaire ont imposé jusqu'ici à nos Instituts universitaires. Le recrutement par la licence ès sciences exige des études préalables trop longues, trop peu générales, et ne développent pas l'esprit pratique assez tôt. Il ne peut être considéré que comme un cas particulier possible, mais non comme la règle normale. C'est l'avis même de tous les directeurs de nos Instituts actuels, si je ne me trompe;

4° Le recrutement des professeurs au moyen d'un cadre de professeurs permanents, choisis par parties à peu près égales parmi des techniciens et des scientifiques, complété par un cadre temporaire de professeurs auxiliaires, d'assistants ou de privat-docents.

Opportunité de créer cinq ou six Instituts nationaux. — Mes idées n'ont pas sensiblement changé depuis 1909; mais je dois avouer qu'après avoir lu en partie ce qui a été publié, par l'Association des Universités, des rapports des Facultés des Sciences sur le projet de M. le sénateur Goy, j'ai été frappé de l'incompréhension dont font preuve la plupart de ces Facultés en ce qui concerne l'organisation de l'enseignement technique supérieur et des inconvénients qui peuvent en résulter pour l'organisation et le bon fonctionnement des Facultés techniques. En particulier, les Facultés des Sciences françaises paraissent ignorer totalement l'organisation étrangère, notamment les Établissements techniques remarquables qui existent aux États-Unis, soit comme annexes des grandes Universités, soit comme grands Établissements techniques autonomes. Elles paraissent uniquement préoccupées de s'assurer la mainmise sur les Établissements techniques supérieurs, d'y caser leur personnel enseignant et d'y trouver des débouchés pour leurs élèves licenciés.

Tout en admirant profondément pour ma part, l'enseignement scientifique donné par nos Facultés de Sciences, leur remarquable corps professoral, et l'effort admirable de certains de ses membres qui ont su, au milieu de grosses difficultés de tout genre, créer et perfectionner nos Instituts existants, et qui se dépouillent peu à peu eux-mêmes de l'esprit de leur milieu, pour prendre l'esprit industriel, je crains que les Facultés de Sciences risquent d'*étouffer* sous leur ombrage trop touffu et envahissant les Facultés techniques et qu'elles empêchent celles-ci de prendre l'essor et l'originalité qui leur est nécessaire.

Mieux vaudrait donc avoir dès maintenant le courage de séparer d'une manière radicale les Facultés techniques, et il serait peut-être prudent à ce point de vue de leur donner un autre nom, celui d'**Instituts nationaux** de Science industrielle; les placer, non pas sous le contrôle du Conseil supérieur de l'Instruction publique (qui depuis dix ans les laisse languir, et est incompétent), mais sous celui d'un Comité supérieur d'enseignement technique autonome, formé, comme le Comité d'Électricité, de représentants des différents Ministères (et en particulier des écoles de ces Ministères) *et des industriels*, choisis par leurs pairs.

Enfin, pour éviter la pullulation excessive des Facultés techniques, qui ne peut que nuire à leur vitalité, il serait nécessaire, je crois, de limiter à un petit nombre ces Instituts nationaux de Science industrielle, et de commencer par consolider ceux qui existent actuellement sous le nom d'*Instituts* séparés, en les groupant et en donnant l'autonomie au groupement. Dès maintenant, nous pouvons transformer en Instituts nationaux les Établissements techniques supérieurs de Nancy, Grenoble, Toulouse, en leur faisant professer la mécanique, l'électricité, la chimie et d'autres branches accessoires, dont ils s'occupent déjà respectivement.

Ultérieurement, on pourrait, d'après l'expérience acquise, établir à Lille un groupement analogue subordonné à une entente préalable entre l'Institut électrotechnique et l'Institut industriel du nord de la France, qui se font actuellement concurrence; plus tard, enfin, on pourrait installer dans l'Ouest, notamment à Angers, un Institut national, capable de fournir des ingénieurs à toutes les industries de l'Ouest (Normandie, Anjou, Bretagne, Poitou, etc.). L'avenir démontrerait si Toulouse et Grenoble peuvent suffire à tous les besoins du Midi, du Sud-Est et du Sud-Ouest. Mais il semble bien qu'il n'y ait pas lieu dans tous les cas, de dépasser le nombre de 6 pour nos Instituts nationaux de Science industrielle, car chacun peut joindre aux études techniques générales des spécialités qui les différencient des autres et qui lui permettent de concentrer pour toute la France l'enseignement de ces spécialités en une seule ville.

Par exemple, en ce moment, Nancy est plus spécialisée pour former des constructeurs de machines thermiques, Grenoble pour former des électro-métallurgistes et des ingénieurs d'usines hydro-électriques, et Toulouse s'occupe particulièrement d'hydraulique appliquée.

Il est d'autant plus nécessaire de ne pas aller trop vite dans l'accroissement du nombre des Instituts, que plusieurs d'entre eux ne pourraient pas vivre actuellement sans une trop nombreuse clientèle d'élèves étrangers. Peut-être ces Instituts pourront-ils recevoir plus tard un appoint très intéressant d'élèves déjà sélectionnés, si, comme je le crois opportun, on modifie, après la guerre, l'orientation de l'École Polytechnique dans le sens civil,

[1] Bien entendu ce diplôme devrait comprendre le dessin, bien que je ne l'ai pas spécifié explicitement.

en réduisant à 150 le nombre des élèves et en ne les dirigeant plus vers les carrières des combattants militaires (sauf 10 à 20 par an pour créer une élite de pouvoirs dans l'armée), mais seulement vers les carrières d'ingnieurs civils et militaires de l'État, pour le premier tiers de la promotion et en exigeant que le surplus des élèves aille terminer ses études dans les Instituts nationaux, en vue de constituer une élite d'ingénieurs industriels spécialisés par ces Instituts.

De même l'École centrale devrait, je crois, se borner à donner l'instruction technique générale et envoyer ses élèves se perfectionner et se spécialiser, en une quatrième année, dans les Instituts nationaux de Science industrielle. D'où une seconde élite d'origine différente.

Toute cette organisation, qui paraît simple et rationnelle, suppose la création d'un corps professoral parfaitement idoine; elle ne peut, d'autre part, avoir son couronnement que si, après l'enseignement technique normal, les sujets d'élite peuvent recevoir un complément d'enseignement supérieur, de la même manière que l'élite des licenciés en droit se prépare ultérieurement au doctorat et que l'élite des licenciés ès sciences recherche le titre de docteur.

Nous sommes ainsi amenés à considérer, dans ce qui suit, la question du doctorat technique pour les ingénieurs, qui est l'objet principal du présent article.

Opportunité de créer un doctorat technique pour les ingénieurs. — J'ai déjà exposé en 1908 et 1909 les motifs qui militent en faveur de la création d'un doctorat technique et dont le principal est de donner une sanction soit à des études techniques supérieures (à créer dans nos Instituts et Écoles) et à des travaux personnels de recherches techniques, et le second de mettre nos ingénieurs en possession d'un titre analogue à celui de l'élite des ingénieurs allemands et américains et pouvant leur valoir à l'étranger une considération équivalente.

J'ajouterai ici que le titre de docteur-ingénieur mettra hors de pair un certain nombre d'ingénieurs s'étant distingués par des travaux d'un ordre élevé, et l'existence de cette élite, formée sans distinction d'origine, réduire le « contentement de soi-même » qu'on reproche quelquefois aux élèves des grandes écoles, et qui n'est pas inconnu non plus parmi les élèves des écoles universitaires supérieures. Enfin, le désir d'obtenir ce titre contribuera à susciter de la part des ingénieurs des recherches intéressantes et entretiendra ainsi le goût du travail parmi les jeunes ingénieurs pourvu qu'on n'exige pas d'eux l'obtention préalable de diplômes universitaires (licences ou analogues), et que l'on considère comme suffisant d'être sorti, avec le diplôme, d'une des écoles d'ingénieurs existantes, y compris les Écoles d'arts et métiers

Il est curieux de constater que la création du doctorat d'ingénieur est une de celles qui ont soulevé le plus d'objections et d'oppositions de la part des membres de l'Université qui ont discuté le projet de loi de M. le sénateur Goy; de l'avis de diverses Universités, il semble résulter que nos Facultés de Sciences voient dans ce nouveau titre de docteur une concurrence possible au doctorat ès sciences d'État, et surtout au doctorat ès sciences d'Université, et redoutent de perdre ainsi la clientèle d'un certain nombre d'élèves ou de candidats et les frais d'examen afférents à ces diplômes de docteur.

C'est un point de vue mesquin, et, d'autre part, il ne semble pas que ceux qui ont pris part à la discussion se soient rendu compte exactement de ce que représente le doctorat-ingénieur allemand. Les objections principales viennent en effet de nos professeurs de Chimie des Instituts chimiques, qui considèrent spécialement le point de vue chimique, et qui négligent complètement les autres carrières d'ingénieurs, telles que celles des ingénieurs mécaniciens, électriciens ou constructeurs, etc.

On peut admettre que le doctorat-ingénieur pour les chimistes, puisse faire, dans une certaine mesure, double emploi avec le doctorat d'Université, pour les jeunes gens sortant des Instituts chimiques français actuels; cependant, il faut remarquer que l'Allemagne ne s'est pas arrêtée à cette objection, et que les Hautes écoles techniques distribuent des diplômes de docteur à leurs chimistes aussi bien que les Universités. Cela tient à ce qu'elles ne se placent pas au même point de vue, et que le diplôme de docteur-ingénieur est accordé surtout pour la réalisation de dispositions pratiques ou de réactions d'ordre industriel, tandis que dans les Universités, on considère surtout la valeur scientifique de la thèse et les conséquences théoriques qu'on peut en déduire. De même aux États-Unis, dans les Instituts techniques tels que le « Boston Institute of Technology », on distingue les études de Chimie (Chemistry) de celles de l'art de l'ingénieur chimiste (Chemical Engineering).

En tous cas, si l'on considère les ingénieurs mécaniciens ou électriciens, etc., il est très rare que le travail que l'un d'eux pourra produire pour obtenir le diplôme de docteur-ingénieur ait le caractère voulu pour servir à un doctorat de Faculté des Sciences; il suffit pour s'en rendre compte de lire les thèses de doctorat-ingénieur des Instituts allemands ou des Écoles techniques américaines et les thèses d'agrégation des Instituts polytechniques russes.

Les Facultés techniques américaines ont publié dans leurs travaux des listes de nombreux *sujets de recherche* pour les ingénieurs mécaniciens ou électriciens, pouvant faire l'objet de thèses très intéressantes, et qui sont étrangers aux sujets des cours des Facultés de Sciences. On peut citer, par exemple, tout ce qui se rapporte à la théorie et aux propriétés des différentes machines dynamos à courant continu et à courant alternatif, les phénomènes d'extinction des arcs de rupture, les phénomènes de fonctionnement des interrupteurs disjoncteurs, les propriétés des isolateurs en porcelaine, la façon dont se produit sur ces isolateurs la décharge, les effluves à haute tension, les phénomènes de propagation sur les lignes, etc. Rien qu'à l'Institut Sibley de la « Cornell University », M. le professeur Karapetoff a dressé pour l'électricité seule une liste de 300 sujets de thèses très intéressantes.

De même, j'ai lu ou parcouru des thèses très intéressantes allemandes et russes sur des sujets tels que l'oscillation des moteurs synchrones, sur les phénomènes de réaction d'induit, sur les arcs à haute tension, etc., toutes questions qui ne sont nullement de la compétence des

professeurs des Facultés de Sciences, et qui ont un caractère nettement *technique*.

De même aussi dans le domaine de la Mécanique technique, il existe des sujets de thèses nombreux, par exemple, sur la construction et le perfectionnement des turbines à vapeur, et de toutes les machines en général, sur l'écoulement des fluides, sur les oscillations dans les conduites d'eau, etc. Dans le domaine de la construction, les sujets ne sont pas moins nombreux, notamment la construction et l'expérimentation des ponts métalliques, des ponts en béton armé, et de toutes les constructions analogues modernes.

Il y a en définitive une *abondance* de sujets de thèses techniques dans toutes les branches des carrières d'ingénieurs, depuis les constructeurs d'usines, jusqu'aux constructeurs navals, en passant par les ingénieurs électriciens, mécanciens, chimistes, etc.

M. Rivals objecte, il est vrai, qu'un docteur chimiste est, en principe, un homme maître de son art, et qui affirme cette maîtrise par un travail personnel, et qu'il ne pourra atteindre cette maîtrise que dans un laboratoire de chimie, tandis qu'un ingénieur pourra l'acquérir seulement à l'usine, et que, dans ce cas, ses employeurs ne lui permettront pas d'en faire l'objet d'une thèse publique, mais voudront en faire un emploi plus profitable.

Cette objection est ingénieuse, mais elle ne résiste pas non plus à l'examen des faits; celui-ci montre en effet que, aussi bien en Allemagn qu'aux États-Unis, il y a un assez grand nombre d'ingénieurs d'usines, qui ont passé des thèses de doctorat d'ingénieurs chimistes. De même les thèses présentées pour le grade d'agrégé à l'Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg sur des questions d'électricité, auxquelles j'ai fait allusion plus haut, n'ont eu aucune difficulté à présenter un *degré de maîtrise* suffisant, en touchant des questions qui relèvent de l'art de l'ingénieur.

D'ailleurs rien n'empêche l'auteur de breveter préalablement sa découverte, et d'en faire ensuite l'objet de la thèse, ce qui sert à mettre en vedette, de la façon la plus favorable pour son propre intérêt et pour ceux de son industrie, le principe nouveau qu'il a découvert et à augmenter sa réputation dans les cercles du monde industriel.

L'expérience des États-Unis aussi bien que celle de l'Allemagne nous montre d'ailleurs qu'un ingénieur peut obtenir *suivant les cas* un titre de docteur ès sciences ou un titre de docteur-ingénieur, et que le choix dépend, d'une part, des grades qu'il a pu acquérir antérieurement, et d'autre part, du caractère d'ordre scientifique ou d'ordre technique qu'il a donné à sa thèse. Rien n'empêche d'en faire autant en France.

Une autre objection est faite également par un professeur de Chimie, M. Mailhe; suivant lui, en France, le titre de docteur est réservé aux médecins, l'esprit français se prête difficilement à cette idée qu'un docteur n'est pas médecin, et c'est seulement en Allemagne que le titre de « Her Doctor » peut en imposer aux masses populaires, tandis qu'en France le titre qui convient est celui d'ingénieur civil. Je suis surpris que le monde universitaire français soit si peu au courant de ce qui se fait à l'étranger; car une telle objection est écartée d'elle-même, par le fait qu'aux États-Unis aussi bien qu'en Allemagne, le titre de docteur est donné aussi bien aux ingénieurs qu'aux scientifiques et aux médecins. D'ailleurs si l'on voulait être conséquent avec l'opinion de M. Mailhe, il faudrait supprimer en France d'abord les titres de docteur ès lettres et de docteur ès sciences et docteur en droit, qui font déjà concurrence à celui de docteur en médecine.

J'irai même plus loin et je dirai que, si en France, le public a pris la fort mauvaise habitude de considérer le titre de docteur comme spécial aux docteurs en médecine, c'est un abus regrettable, et contre lequel il convient de *réagir*, en habituant précisément le public à connaître les doctorats autres que celui des médecins, et en habituant les docteurs ès sciences (et par suite les futurs docteurs-ingénieurs) à porter ce titre de docteurs sur leurs cartes de visite, au même titre que les docteurs en médecine. Si l'on veut susciter parmi la jeunesse studieuse le désir de se livrer à des études supérieures, il faut lui offrir comme récompense un peu de panache et de galon; c'est ce qu'ont compris précisément les Allemands en donnant du Herr Doctor à tous les spécialistes à diplômes supérieurs qui sortent des Universités et des hautes Écoles techniques. C'est justement là une des causes de la popularité qu'a la Science en Allemagne et du respect qu'avaient su si habilement inspirer à leurs contemporains de tous pays les savants allemands.

Il serait à souhaiter qu'en France les docteurs ès sciences de nos Universités jouissent du même prestige qu'en Allemagne, car c'est un des meilleurs moyens d'augmenter parmi nous le nombre de ceux qui se dirigeront vers ces carrières et rechercheront les titres scientifiques. Il est étonnant par exemple qu'il y ait taut de jeunes gens qui aiment à se parer du titre d'officiers de réserve ou d'avocats, tandis qu'il y en a si peu qui songent à rechercher celui de docteur ès sciences, *d'un ordre cependant bien plus élevé* et plus digne encore d'un légitime orgueil. Les Universités semblent d'ailleurs l'avoir ellesmêmes compris quand elles ont créé des facilités spéciales, pour l'obtention du doctorat d'Université. Mais le but ainsi cherché n'a pas été bien atteint, par le fait que ce doctorat de deuxième zone est loin de jouir du prestige du doctorat d'État; c'est un des motifs précisément pour lesquels, en France, il serait bon de constituer un doctorat d'État technique et de rehausser la qualité et la composition du jury, qui serait appelé à décerner ce titre, car autant vaut le jury, autant vaut le titre.

Aujourd'hui, un doctorat d'Université, en matière technique, n'aurait pas d'intérêt aux yeux des ingénieurs parce que ceux-ci savent très bien que, dans le jury, il y aurait tout au plus un professeur de Physique industrielle ou de Chimie industrielle, capable de comprendre et de juger, bien imparfaitement la plupart du temps, la valeur de la thèse. Il en serait autrement si le doctorat technique était accordé par un jury composé de spécialistes les plus éminents dans la partie de nos connaissances sur laquelle porte la thèse, ce résultat pourrait être obtenu comme on le dira plus loin par la création d'une Faculté [1] technique générale pour la France entière,

[1] Le mot *Faculté* signifiant ici comme à l'origine, et



au lieu de plusieurs Facultés locales, qui n'auraient pas le même prestige les mêmes garanties.

Il faut espérer qu'après ces explications on cessera de faire en France, contre la création du doctorat technique des objections qui sont le plus souvent inspirées soit par l'esprit de routine, soit par un désir mal compris de maintenir la situation actuelle.

D'ailleurs, en Allemagne, les Universités avaient entretenu la même opposition, jusqu'au jour où l'intervention personnelle de l'empereur l'a surmontée, grâce à l'initiative de l'Association des ingénieurs allemands.

C'est cette décision qui a donné à l'enseignmeent supérieur technique allemand son autonomie définitive et son prestige actuel.

En Amérique, aux États-Unis, le doctorat technique est depuis longtemps organisé, sous des formes variées dans différents Instituts ou Facultés techniques. L'organisation en est plus simple qu'en Allemagne, chaque Établissement ou Faculté ayant créé, pour ses différentes sections d'ingénieurs, des diplômes de titre varié, et qui sont, suivant le cas, soit d'ordre *scientifique*, soit d'ordre *technologique*.

Dans le premier cas, les titres sont, suivant le niveau des difficultés, *docteurs ès sciences* de l'ingénieur ou *maître ès sciences* de l'ingénieur; dans le second cas, soit *docteur dans l'art* de l'ingénieur, soit *maître en art* de l'ingénieur, en ajoutant la spécialité; par exemple, pour les ingénieurs électriciens, on a *docteur en l'art de l'ingénieur électricien*. Mais la distinction n'est pas toujours aussi nette que je l'indique.

Il convient de remarquer que les titres de *maître* et de *docteur* correspondent respectivement à deux niveaux d'études différents : notre diplôme d'études supérieures exigé des candidats à l'agrégation des lycées et le doctorat ès sciences d'Université (car notre doctorat d'État est d'un niveau plus élevé). Les Institutions américaines exigent ordinairement un supplément d'études de un à deux ans pour le grade de *maître* et un supplément de deux à trois ans pour le grade de *docteur*, quand il est obtenu directement, ou seulement de un ou deux ans, quand il est pris après le grade de maître.

Ces durées assez longues sont possibles dans un pays où il n'y a pas de service militairo; mais en France où nous sommes bien plus limités comme temps et où d'ailleurs le niveau des études secondaires est généralement plus élevé, il paraît désirable d'éviter cette complication de deux grades supérieurs, et d'envisager simplement la création d'un grade de docteur-ingénieur aussi sérieux que le grade de docteur ès sciences d'État.

SECTIONS DES HAUTES ÉTUDES INDUSTRIELLES. — La préparation du doctorat technique pourra être le résultat de travail personnel des candidats, s'ils sont déjà très occupés dans une situation appropriée de l'industrie, par exemple dans un laboratoire technique d'une grande usine électrique, métallurgique ou chimique, etc.

En pareil cas, si un candidat a l'habitude du travail personnel et a sous la main une bibliothèque suffisante, il pourrait être dispensé par la Faculté de suivre des cours spéciaux préparatoires, à la seule condition qu'il prenne des inscriptions payantes comme les autres candidats et qu'il se tienne au courant de l'enseignement préparatoire, par correspondance avec les professeurs, par communication de notes prises au cours par les élèves, ou, ce qui est encore préférable, par la lecture des feuilles autographiées ou de livres imprimés, édités par le corps professoral.

L'examen de doctorat comprendrait des épreuves permettant d'apprécier non seulement le travail personnel du candidat sur le sujet qu'il aura choisi comme thèse, mais encore son instruction générale sur un programme d'ensemble qui se rapporte à cette thèse.

Aux États-Unis, tout candidat docteur doit suivre, comme on l'a dit plus haut, pendant une durée d'au moins deux ans, les cours spéciaux dits *avancés*, professés sur le sujet qui l'intéresse et sur les sujets connexes, par un certain nombre de membres du corps professoral qui trouvent ainsi en même temps l'occasion de maintenir leur activité personnelle à un niveau élevé et qui laisse aux autres professeurs, aux autres assistants la besogne journalière de préparation des élèves d'un niveau inférieur au grade d'ingénieur.

Ces cours avancés forment ce qu'on appelle la section d'études *postgraduate;* bien qu'elle ne soit suivie que par un petit nombre d'étudiants elle paraît avoir jusqu'ici un succès suffisant elle est utile aux professeurs.

En France, la création du doctorat technique entraînera de même la création suivie, dans chaque établissement technique supérieur, ou au moins dans quelques-uns, d'une section spéciale préparant à ce doctorat, et qu'on pourra appeler *section des hautes études industrielles*, et elle sera ouverte à tous les élèves déjà diplômés ingénieurs qui offriront des garanties suffisantes de travail et de capacité, et sera dirigée par des professeurs de l'Institut ou même par des professeurs spéciaux, empruntés aux Facultés des Sciences, qui feraient aux candidats au doctorat, des cours sur le Calcul intégral, sur la Physique mathématique, sur la Mécanique rationnelle, sur les phénomènes électriques, sur la Chimie physique, etc., d'une manière générale sur toutes les parties les plus élevées des sciences qui donnent lieu à des progrès constants. Les candidats acquitteraient au besoin une certaine taxe d'amortissement pour les installations, l'outillage, les machines, etc., mis à leur disposition pour exécuter des travaux personnels, ainsi que l'aide et l'appui du personnel de l'Institut supérieur. La durée de leurs cours spéciaux pourrait être de un ou deux ans environ, étant donné que le service militaire ne permet pas d'y consacrer deux à trois ans comme aux États-Unis.

Cette section spéciale des hautes études industrielles serait ouverte même à des jeunes gens sortant soit d'autres Établissements avec un grade équivalent à celui d'ingénieur des Instituts considérés, soit des Facultés des Sciences (et notamment à tous les docteurs ès sciences désireux de se spécialiser dans les sciences appliquées et de faire une thèse dans ce sens), à la condition qu'ils aient passé déjà trois ans dans l'industrie.

---

comme en Amérique et en Angleterre, l'ensemble d'un corps enseignant ou examinant.

Cette section des hautes études devrait en réalité donner à l'enseignement des Instituts le caractère d'études scientifiques *supérieures* qui leur manque encore et que nous souhaitons tous voir réaliser. Cet idéal n'a rien de chimérique, puisqu'il est déjà réalisé dans les Hautes écoles techniques allemandes où existent ces sections pour le doctorat et mieux encore dans les sections « postgraduate » des Instituts américains, tels que le « Massachusetts Institute of Technology » avec lequel s'est fusionnée récemment la Faculté technique de l'Université de Harvard (qui avait institué également une section postgraduate en 1908), la Cornell University, etc. De nombreuses thèses, très importantes sont sorties de ces différents Instituts, où de jeunes ingénieurs de valeur, dirigés par des spécialistes éminents, travaillent assidument sur des sujets qui sont à l'ordre du jour dans les sociétés techniques; les Instituts aident ainsi en même temps à préparer des discussions et des rapports très importants devant les différentes sociétés.

En France, on trouve déjà depuis 1883, une organisation analogue en petit, à l'École de Physique et Chimie de la Ville de Paris, où, dans une quatrième année facultative, les jeunes gens qui le veulent bien peuvent préparer des études supérieures de doctorat. Il est à regretter qu'une institution de ce genre fasse défaut à l'École supérieure d'Électricité, et dans les Instituts de province, tandis que le Laboratoire central était de 1882 à 1892 librement ouvert à tous ceux qui voulaient y faire des recherches, moyennant une redevance assez faible.

Des sections des hautes études très spécialement outillées pour les recherches de Mécanique appliquée d'Électrotechnique et d'Électricité appliquée sont donc à créer dans les Instituts existants; des sections analogues sont moins indispensables, mais paraissent cependant justifiées pour les recherches de Chimie appliquée et notamment l'électro-chimie et l'électro-métallurgie, et, en général, toutes les fois qu'il s'agit d'une recherche de manufacture plutôt que de questions de Chimie pure.

Parmi les jeunes gens admis dans les sections des hautes études, il convient de prévoir des assistants de l'Institut lui-même; ceux-ci pourraient pendant qu'ils s'occupent ainsi à préparer une thèse, obtenir un certain traitement par le rôle pédagogique qu'ils joueraient auprès des élèves, en assumant la surveillance et la direction de leurs travaux, notamment des travaux pratiques. La présence de ces jeunes ingénieurs d'un ordre supérieur serait des plus utiles pour maintenir un niveau scientifique élevé et pour ouvrir les yeux des jeunes gens sur les avantages de la recherche personnelle; on aurait ainsi une pépinière de jeunes assistants, toujours renouvelés et toujours pleins d'ardeur, condition essentielle pour la bonne marche d'un Institut.

Bien entendu, des assistants de carrière, en petit nombre, pourraient être spécialisés pour de certains emplois; on a d'ailleurs reconnu à l'École supérieure d'Électricité qu'il y a avantage à ne pas conserver plus de quatre ans un assistant, et à le forcer au bout de ce délai, à entrer dans l'industrie. Il serait d'autant plus facile d'obtenir son changement, qu'il trouverait une position plus belle dans l'industrie, grâce au diplôme supérieur qu'il aurait obtenu.

Reste à voir maintenant, quel sera le jury chargé de faire passer les examens du doctorat technique.

Jury d'examen du doctorat technique. — Dans les Établissements techniques étrangers où existe une section des hautes études, c'est l'école elle-même qui fournit le jury d'examen, choisi parmi les professeurs ordinaires. Cette méthode ne saurait être encore préconisée en France tant que l'organisation n'aura pas pris un grand développement, pour les raisons suivantes :

1° Insuffisance du nombre des professeurs de chaque Établissement;

2° Inégalité très nette dans la valeur des diplômes, si l'on en juge d'après la tendance dont ont fait preuve déjà certaines Facultés des Sciences, à rendre trop faciles l'obtention des diplômes universitaires, voire même l'obtention des diplômes d'ingénieurs, pour attirer à elle un plus grand nombre d'élèves.

Si l'on veut que le doctorat technique obtienne une légitime réputation, il faut maintenir au corps d'examinateurs une valeur absolument indiscutable, ainsi que maintenir assez hautes les exigences de l'examen. Il est d'ailleurs désirable d'établir une certaine unité pour toute la France.

3° Nécessité d'accorder les mêmes facilités pour l'obtention du diplôme de docteur, à d'autres catégories d'ingénieurs qui ne sortiront pas des Instituts, notamment aux ingénieurs des Travaux publics, des Mines, des Constructions civiles, des Constructions navales, des Arts et Manufactures, etc. Ce serait leur faire une injustice que de les exclure du privilège d'obtenir un doctorat dans le cas où ils auraient fait un travail personnel remarquable et ayant une portée réelle dans leur spécialité; on pourrait il est vrai, conférer à chacune des Écoles de l'État déjà existantes le droit de conférer elle-même le grade de docteur en technique, aux ingénieurs sortant de son enseignement, mais il serait à craindre qu'une certaine partialité rendît encore inégale la valeur des garanties offertes par les différents diplômes.

Pour tous ces motifs, il nous semble que la solution la plus rationnelle, et en tous cas, la plus pratique pour les débuts du doctorat technique, consisterait à créer dans un centre unique, notamment à Paris, et par exemple au Conservatoire national des Arts et Métiers, un corps d'examinateurs, constitutant une véritable Faculté technique, au sens réel du mot de *Faculté*, c'est-à-dire groupement de professeurs ou d'examinateurs. Comme précédent, je signalerai qu'en Angleterre il y a quelques années, on a créé, sous le nom d'*Université de Londres*, un corps d'examinateurs, ne contenant en réalité aucun corps professoral et ayant seulement pour but de faire passer des examens à des jeunes gens, provenant des différents Instituts, et de leur accorder des diplômes.

Il y aurait pour toute la France une seule Faculté ou Université technique, chargée de la collation du grade de docteur et même éventuellement du grade d'agrégé, des Facultés techniques.

Cette Faculté serait, comme les Instituts nationaux, sous le contrôle du Comité central de l'Enseignement technique dont il a été parlé antérieurement, et l'on pourrait même charger ce Comité de faire le choix, ou tout au moins de présenter la liste des membres des Facultés techniques, au choix des Ministres intéressés.

Au bout de 10 ans par exemple, le choix devrait porter exclusivement sur des ingénieurs munis du diplôme de docteur en technique ou de docteur ès sciences; mais en attendant que le doctorat technique soit accordé à un assez grand nombre d'entre eux, on serait bien forcé de recruter la Faculté parmi les professeurs des Écoles et Établissements actuels d'enseignement supérieur.

On pourrait, par exemple, admettre en bloc comme membres de la Faculté technique tous les professeurs titulaires des grandes Écoles de l'État, des Écoles d'application, des Écoles supérieures entretenues par les grandes Associations d'ingénieurs, des Instituts techniques universitaires, ainsi que les professeurs du Conservatoire national des Arts et Métiers et les professeurs de science industrielle des Facultés des Sciences.

Cette grande Faculté se divisera en sections, correspondant aux différentes spécialités, par exemple 8 ou 10 sections : constructions civiles, mécanique appliquée travaux publics, constructions métalliques, béton armé, mines, métallurgie, machines thermiques, automobilisme, aviation, constructions navales, manufactures chimiques, chimie industrielle, électricité appliquée, tissage, impression et photographie, etc.

La Faculté technique élira chaque année son doyen, et chacune des sections élira périodiquement cinq ou six professeurs chargés d'examiner les thèses et de les discuter publiquement. Il serait à désirer que le jury d'examen pour chaque spécialité comprît quatre professeurs (dont celui qui a dirigé le candidat) plus un président, qui serait, soit un professeur, soit le doyen.

Le doyen servirait à régulariser le fonctionnement de la Faculté, et à la diriger au point de vue administratif.

Agrégation de l'enseignement technique supérieur. — Périodiquement, la Faculté pourrait ouvrir des concours d'agrégation, qui seraient principalement des concours sur titres, auxquels pourraient concourir, d'une part, les docteurs-ingénieurs, et d'autre part, les professeurs des Facultés des Sciences, munis d'un doctorat ès sciences et ayant accompli un stage d'un certain nombre d'années (trois par exemple) dans l'industrie, ou justifiant d'un diplôme d'ingénieur, conquis dans une des écoles accréditées par le Comité central de l'Enseignement technique supérieur, et d'un stage de deux années.

Cette agrégation serait constituée suivant le modèle de la nouvelle agrégation de médecine, et accorderait aux agrégés les mêmes privilèges que possèdent les agrégés de médecine, c'est-à-dire le droit d'enseigner, à titre d'essai, pendant un certain nombre d'années.

C'est parmi ce cadre des agrégés, que seraient recrutés les professeurs de carrière ou professeurs permanents de l'enseignement technique supérieur et éventuellement de l'enseignement secondaire technique [1]. Les professeurs non agrégés ne pourraient être admis que dans le cadre de professeurs temporaires.

Cette solution de l'agrégation est inspirée à la fois des Facultés de Médecine et de l'exemple que nous donnent les Instituts polytechniques russes; ces derniers, qui sont au nombre de quatre, et qui ont été constitués sous la direction de la Section d'enseignement de la Société impériale technique russe, chargée de diriger l'enseignement supérieur en Russie, ont été rattachés au Ministère du Commerce, tandis que les Instituts technologiques, antérieurement existants d'un degré analogue, à nos Écoles d'Arts et Métiers, dépendaient du Ministère de l'Instruction publique. On a voulu ainsi établir une distinction nette entre les Instituts polytechniques et les autres Établissements d'instruction et fortifier leur autonomie; dans le même but, on leur a accordé le droit de donner l'agrégation directement, après soutenance d'une thèse et d'examens, à ceux de leurs anciens élèves qu'ils jugent dignes de faire partie du corps professoral.

Il y a ainsi confusion entre le titre de docteurs et le titre d'agrégé; ceux qui reçoivent ce grade commun sont appelés *adjoints* et jouent effectivement le rôle de professeurs assistants ou adjoints.

Cette organisation ne nous paraît pas aussi simple que celle préconisée plus haut et qui consiste à séparer le doctorat de l'agrégation; il est à craindre que les Instituts polytechniques n'arrivent à recruter trop étroitement leurs professeurs parmi leurs anciens élèves.

Cela peut être évité par la constitution de la Faculté technique proposée plus haut.

Mais je ne considère pas pour autant l'agrégation technique comme absolument nécessaire et l'on peut très bien envisager que nos Instituts nationaux recrutent leurs professeurs par libre choix dans le corps des docteurs ingénieurs et dans le corps des docteurs ès sciences ayant fait un stage industriel d'au moins trois ans.

Conclusion. — En résumé, on voit qu'il reste beaucoup à faire pour donner à l'enseignement technique supérieur le caractère *vraiment* supérieur qui est désirable, tout en lui permettant de fournir à l'industrie des ingénieurs spécialisés, et de spécialiser des ingénieurs d'industrie. On doit y apporter un esprit large.

Il ne faut pas se dissimuler que cette organisation ne sera possible qu'en créant un budget suffisant; on ne peut estimer à moins de 2 ou 3 millions par an le sacrifice à consentir par l'État pour l'organisation complète. Mais sans attendre cette dernière, il est très facile d'organiser à peu de frais, comme on l'a expliqué, le doctorat technique et la Faculté technique; c'est pourquoi je me suis étendu plus spécialement sur ces deux questions dans les pages qui précèdent.

A. Blondel,
Membre de l'Institut.

[1] Pour l'enseignement secondaire on pourrait instituer une agrégation d'un niveau moins élevé analogue à l'agrégation des lycées.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE.

Le salaire moderne et son application.

Nous avons montré dans un précédent article (*Revue électrique* du 1er décembre 1916, p. 343) que les salaires d'usage courant : le salaire « à la journée » et le salaire « aux pièces » sont des salaires « à prime » dont la prime est mal calculée, puisqu'elle ne satisfait aucunement l'ouvrier, pour le premier et qu'elle ne permet pas au patron de tenir ses engagements pour le second.

Il reste à montrer qu'on peut créer une infinité d'autres tarifs parmi lesquels on en trouvera, dix, cent, qui seront meilleurs que les deux tarifs ci-dessus, que nos contemporains, race obstinée, s'attachent à conserver *per fas et nefas*.

La création d'un tarif de salaire est la chose la plus simple du monde et chacun, depuis longtemps, aurait déjà pu se donner la satisfaction d'avoir le sien; nous avons indiqué ailleurs un procédé de génération (*Génie civil* du 11 mars 1916); nous nous servirons ici d'un autre.

Nous savons que si π_0 est le prix de la pièce, si v_0 est le nombre de pièces dont la production par heure est imposée comme tâche minimum, si V est le nombre de pièces réellement produites par l'ouvrier, on a

$$S = \pi_0 v_0 = s_0 = \text{salaire de base},$$
$$S = \pi_0 V = \text{salaire « aux pièces » réel}.$$
$$S = s_0 \frac{V}{v_0} = \pi_0 v_0 + \pi_0 (V - v_0) = s_0 + \pi_0 (V - v_0).$$

C'est-à-dire

$$S = \text{salaire de base} + \text{prime},$$
$$S = \text{salaire moderne proportionnel}.$$

On voit que $\pi_0 (V - v_0)$ est le paiement de l'excès horaire de la production réelle sur la production conventionnelle, au prix constant, π_0 par pièce.

Au lieu d'admettre pour le prix de la pièce une valeur fixe π_0, ce qui est absurde puisque chacun sait que c'est contraire aux lois commerciales et que pour vendre beaucoup, il faut vendre toujours meilleur marché, c'est-à-dire diminuer le prix, faisons varier le prix d'une façon telle qu'il diminue quand la production augmente.

On peut procéder d'une infinité de manières. Prenons la plus simple, qui n'est pas la meilleure; dans la simplicité, comme dans la complication, l'excès peut être un défaut. Admettons que lorsque la production par heure V dépasse la production de base v_0, le prix de la pièce produite en excédent ne sera plus π_0, mais seulement $\alpha\pi_0$, avec $\alpha < 1$, soit $\alpha = \frac{1}{2}$, par exemple; $\alpha\pi_0$ sera un prix diminué, mais encore constant.

On a alors

$$S = s_0 + \alpha\pi_0 (V - v_0).$$

On obtient ainsi un tarif ayant déjà reçu de larges applications.

C'est le tarif Willans, dénommé également tarif « à partage du bénéfice » ce qui est une appellation déplorable, car elle engendre, dans l'esprit de l'ouvrier des idées fausses et dangereuses.

Cette même formule à quelques applications près est aussi le tarif York.

Le tarif Willans est employé en France à la Manufacture française d'Armes et Cycles de Saint-Étienne, qui peut être citée, dans la France centrale, comme un établissement privé modèle.

Le tarif York fut employé, avant la guerre, dans les Manufactures de l'État, et dans la même ville que ci-dessus, à la Manufacture nationale d'Armes, sous le nom de *Devis-prime*.

Le tarif Willans a donné et donne encore de bons résultats; le tarif York a donné des résultats nuls ou insignifiants et a été abandonné. Ainsi la même formule dans la même ville, avec des ouvriers qui sont par conséquent de même mentalité générale, a donné de bons résultats dans le premier établissement, de direction privée, et de mauvais résultats dans le second établissement, dirigé par l'État.

Déjà il y a présomption d'une application ministérielle défectueuse dans le second cas; et en effet, si la place ne nous était mesurée, nous pourrions en fournir de claires et évidentes raisons.

En abandonnant le tarif « aux pièces » dont l'usage est à peu près général depuis août 1914, pour revenir à l'ancienne formule York-Willans, mais naturellement en l'appliquant comme l'applique l'industrie, on supprimerait la majeure partie des abus de salaire, aujourd'hui scandaleux, et l'on obtiendrait déjà une augmentation considérable du rendement des fabrications; au point de vue de la rapidité de production du matériel de combat, ce serait un gros progrès.

Maintenant au lieu d'un prix diminué, mais fixe, $\alpha\pi_0$, admettons que le prix de l'ouvrage sera variable d'une façon continue, diminuant quand la production horaire augmentera, et tel qu'il sera justement égal à π_0 quand la production réelle V sera égale elle-même à la production conventionnelle v_0.

Il suffit pour cela d'écrire

$$\text{Prix de l'unité} = \pi_0 \frac{v_0}{V}.$$

Alors la formule cherchée devient

$$S = s_0 + \pi_0 \frac{v_0}{V} (V - v_0).$$

Le tarif ainsi déterminé se compose encore d'une partie fixe, le salaire de base s_0, et d'une partie variable, ou prime, ou *bonus*, dont la valeur est donnée par la deuxième partie du second membre de l'égalité précédente.

Ce tarif, pas plus que le premier, n'est une invention nouvelle au sujet de laquelle on puisse nourrir des doutes, hocher solennellement le bonnet, cacher une timidité routinière derrière une admirable déclaration de prudence en disant : réfléchissons, et attendons qu'un naïf expérimentateur ait essuyé les plâtres. C'est le tarif Rowan, largement appliqué en Angleterre, et qui est en passe de conquérir tous les États-Unis.

Il est appliqué dans les arsenaux étrangers, « il fait merveille aux ateliers de Glascow », il est adopté par l'Amirauté américaine, et le système « à prime » est en usage dans les immenses chantiers de l'Amirauté anglaise; il n'est pas adopté, croyons-nous, par l'Amirauté française.

Le tarif Rowan a été appliqué dans les Manufactures d'armes, en particulier à la Manufacture nationale d'Armes de Saint-Étienne; il a donné des résultats si médiocres, voir nuls ou mauvais, qu'il a été abandonné, comme capable d'entraver la marche des fabrications militaires, en août 1914.

Il suffit d'ouvrir un recueil technique pour y lire que le tarif Rowan est estimé, jusqu'ici, le meilleur tarif connu, et qu'il donne industriellement, partout où il est appliqué, d'excellents résultats.

Les mêmes raisons, qui firent abandonner le tarif York, sont également celles qui firent abandonner le tarif Rowan; rien ne nous serait plus facile que de l'établir formellement.

Donc encore en reprenant ce tarif, mais naturellement en l'appliquant selon les méthodes industrielles consacrées par le succès, on obtiendrait des résultats très supérieurs à ceux fournis par le tarif « aux pièces » (tous les abus disparaîtraient) et notablement supérieurs à ceux que pourrait donner le tarif Willans qui, malgré le perfectionnement qu'il représente, est inactif par manque de stimulant, lorsque le coefficient α a une valeur plus proche de zéro que de l'unité, ou est incapable de faire disparaître pour l'ouvrier l'obligation de limiter sa production à un certain chiffre, lorsque la valeur du coefficient α est plus proche de l'unité que de zéro $\left(\text{et même lorsque cette valeur est } \frac{1}{2}\right)$, sous peine de provoquer encore à son détriment la blessure du marchandage.

Remarquons en effet que, pour une production horaire V extrêmement grande, ce qui ne peut être que le résultat d'une erreur patronale au sujet de la base v_0, le tarif Willans donne au salaire

$$S = s_0 + \alpha\pi_0(V - v_0)$$

une valeur extrêmement grande, quoique variable suivant la valeur du coefficient α; car en effet si, dans le tarif Willans, on fait $\alpha = 1$, on retombe sur le tarif « aux pièces », à *stimulus* excessif; si au contraire on fait $\alpha = 0$, on retrouve le tarif « à la journée » à prime nulle.

Au contraire le tarif Rowan pour des valeurs V extrêmement grandes, c'est-à-dire même en cas d'une erreur grossière, donne seulement au salaire

$$S = s_0 + \pi_0 \frac{v_0}{V}(V - v_0),$$

$$S = s_0 + s_0\left(\frac{V - v_0}{V}\right),$$

$$S = s_0\left(\frac{2V - v_0}{V}\right)$$

une valeur qui se rapproche simplement de plus en plus d'un maximum qui ne peut jamais être dépassé, ni même atteint, égal à 200, valeur double du salaire normal.

Avec $\alpha = \frac{1}{2}$, le tarif Willans, dans certains cas cités par Taylor, pourrait atteindre 500, quintuple du salaire normal, ce qui est pratiquement inadmissible.

C'est cette propriété spéciale du tarif Rowan, qui lui confère une grosse supériorité sur le tarif Willans, au sujet de l'élimination complète des causes de la limitation volontaire de la production.

En août 1914, au lieu de supprimer l'usage du salaire moderne dans les arsenaux, où il était en essai ou en usage depuis 4 ou 5 ans, pour revenir au tarif « aux pièces », il eut été bon d'en généraliser l'emploi; malheureusement on ne connaissait pas le moyen pratique de procéder à cette extension, car nos premières propositions datent simplement de novembre 1914.

Le tarif Rowan n'est pas exempt de certains inconvénients; la pratique industrielle a en effet montré, et l'étude analytique prouve également, qu'il est souvent nécessaire de le corriger par un coefficient α analogue au coefficient du tarif Willans; la formule Rowan ainsi modifiée devient

$$S = s_0 + \alpha s_0 \frac{V - v_0}{V}.$$

La raison de cette correction est la suivante : en l'absence du coefficient α, pour des valeurs de la production horaire réelle V, proches de la valeur conventionnelle v_0, le tarif Rowan fonctionne comme le tarif « aux pièces » dont il a, à ce moment, tous les défauts qui font condamner ce dernier; ce n'est que pour des valeurs de V notablement plus grandes que v_0, qu'il s'éloigne de plus en plus du fonctionnement du tarif proportionnel.

On corrige ce défaut par l'adjonction du coefficient α, de sorte qu'au lieu de varier, pour V proche de v_0, comme le tarif « aux pièces », il varie simplement comme le tarif Willans, ce qui est un gros avantage technique comme on peut le prouver aisément.

Mais par contre ce coefficient α diminue la limite supérieure du salaire réel qui cesse d'être égale au double du salaire normal; il diminue donc le *stimulus* déjà faible du système, pour les valeurs de V notablement plus grandes que v_0; de ce fait l'ouvrier, insuffisamment encouragé ne poursuit plus, d'un même entrain, l'accélération de sa production.

En faisant $\alpha = 0$, on retrouve encore le tarif « à la journée » à *stimulus* nul.

Néanmoins en 1914, malgré ses défauts, pour diverses raisons d'opportunité, plus particulièrement parce que le fonctionnement de ce tarif était déjà connu d'un certain nombre d'ouvriers et de contremaîtres, et parce qu'il était également connu de nom par tout le monde, c'était un tarif dont la généralisation était recommandable, car précisément le défaut que l'industrie intensive, aux devis serrés, a été obligée de corriger par le coefficient α, aurait totalement disparu avec la fabrication du matériel de guerre, dont les devis actuels sont partout extraordinairement larges ; et de plus la limite supérieure $2s_0$, tout à fait normale était capable à cette époque de donner pleine satisfaction aux ouvriers, sans jeter le trouble dans la vie économique des cités métallurgiques, où les doléances des populations ont fait l'objet de maintes paroles officielles.

En effet, par suite de la répétition indéfinie des mêmes pièces du matériel de guerre, de l'habitude, du perfectionnement des méthodes de travail et de l'outillage, et surtout par suite de la générosité des prix, ce qui veut dire de la faiblesse de la production de base d'autrefois v_0, cette ancienne base trop faible, pour des raisons faciles à donner et qui ne sont ni commerciales, ni industrielles, n'a pas seulement augmenté de 5, 10, 15 pour 100, mais bien de 100, 200, 500 pour 100; or pour des vitesses de V dépassant sensiblement $1\text{-}10 v_0$ le tarif Rowan ne présente plus que des avantages.

Il va sans dire que ces augmentations stupéfiantes de 300, 500 pour 100 ne représentent que des illusions; l'ouvrier qui décuple sa production prouve simplement, en général, qu'autrefois il ne faisait rien.

Nous sommes absolument convaincu, après observation directe et sur place, que ces augmentations sont encore loin de celles que l'on pourrait atteindre; mais un ouvrier, de 8 heures de salaire normal, qui quintuple sa production, quintuple aussi son salaire qui devient ainsi, « aux pièces », 40 fr par jour, ce qui représente avec les accessoires de solde, 12000 à 15000 fr par an; cet ouvrier ne peut décemment pas, même si cela lui est facile, décupler sa production et porter son salaire à 30000 fr par an. Le tarif « aux pièces » lui impose le devoir pressant de modérer son zèle.

Ainsi autrefois le tarif Rowan eût été recommandable, mais après deux années de guerre le tarif ne convient plus parce que sa limite supérieure $2s_0$ est trop faible par rapport aux salaires auxquels sont maintenant habitués les ouvriers métallurgistes; leurs salaires anormaux ont réagi sur le milieu et ont fait augmenter le prix de la vie; ils possèdent maintenant une sorte de droit de fait et d'usage qu'il serait peu équitable de changer brutalement.

C'est pour ce motif que nous recommandons un tarif à limite supérieure plus élevée.

Parmi une douzaine d'autres formules capables de donner de bons résultats, nous croyons que la suivante

$$(1) \qquad S = s_0\left(\frac{3V^2 + 2v_0^2 - 4Vv_0}{V^2}\right)$$

peut donner un excellent tarif, capable de résoudre toutes les difficultés de salaire soulevées par la guerre.

Sa limite supérieure pour une valeur de V très grande tend vers 300, c'est-à-dire vers le triple du salaire normal.

Cette formule serait trop compliquée pour l'usage pratique; nous la simplifions en l'écrivant simplement

$$S = s_0 + 2s_0\theta'^2.$$

On obtient cette simplification en posant

$$\theta' = \frac{V - v_0}{V}.$$

L'introduction de ces nombres V, v_0, dans les ateliers actuels, n'est pas indiquée, car ils risqueraient de n'être pas compris immédiatement par tout le personnel ouvrier; mais si l'on remarque que $V\pi_0$, et $v_0\pi_0$ sont simplement les valeurs du salaire « aux pièces » et du salaire « à la journée », on a

$$\theta' = \frac{V\pi_0 - v_0\pi_0}{V\pi_0} = \frac{(\text{salaire aux pièces}) - (\text{salaire à la journée})}{\text{salaire aux pièces}}.$$

Dans ces conditions nouvelles l'application de la formule (1) devient très simple et ne nécessite aucun changement ni dans l'organisation du travail des ateliers, ni dans la comptabilité des bureaux.

En effet, puisque partout la fabrication du matériel de guerre se fait au tarif « aux pièces », on connaît forcément la « paye » de l'ouvrier avec ce mode de rémunération. Mais les ouvriers sont aussi généralement embauchés à un prix de journée fixe, salaire minimum, dénommé salaire « nominal » dans les établissements de l'État; et comme on connaît leur temps de présence à l'atelier on connaît donc également ce qu'aurait été leur « paye » s'ils eussent travaillé au travail à la journée; la connaissance de ces deux éléments suffit pour le fonctionnement du tarif de guerre.

En effet, prenons le cas d'un bon ouvrier tourneur, dont le salaire « de journée » est par exemple de 8 fr par journée de 10 heures.

Son salaire de quinzaine, pour 12 jours de travail, est

$$12 \times 8 = 96 \text{ fr}.$$

Supposons que cet habile ouvrier, affecté au travail des obus, ait réussi à quintupler sa production de base d'autrefois; il gagnera donc

$$5 \times 8 = 40 \text{ fr par jour}.$$

soit

$$12 \times 40 = 480 \text{ fr par quinzaine}.$$

Dans ces conditions on a

$$\theta' = \frac{(\text{salaire aux pièces de la quinz.}) - (\text{salaire à la journ.})}{\text{salaire aux pièces}};$$

$$\theta' = \frac{480 - 96}{480} = \frac{384}{480} = 0{,}8;$$

$$\theta'^2 = 0{,}64; \qquad 2\theta'^2 = 1{,}38.$$

Alors la formule du tarif de guerre donne

$$S = s_0 + 1{,}38 s_0,$$

$$S = 2{,}38 s_0,$$

$$S = 2{,}38 \times 8 = 19{,}04 \text{ fr par jour}.$$

soit

Paye de quinzaine $= 19{,}04 \times 12 = 228{,}50$,

Paye mensuelle $= 457$ fr.

Nous avons fait remarquer qu'après avoir permis aux ouvriers métallurgistes l'excès de salaires très élevés, il ne serait pas juste de les ramener, du jour au lendemain, aux anciens salaires du temps de paix.

Il reste donc à établir la supériorité du tarif de guerre sur le tarif Rowan, à ce point de vue.

Avec la même notation que ci-dessus

$$\theta' = \frac{V - v_0}{V}$$

le tarif Rowan s'écrit

$$S = s_0(1 + \theta').$$

Il devient donc facile de procéder à une comparaison des résultats donnés par l'un et par l'autre.

Quand l'ouvrier fournit sa production de base v_0 pièce par heure, on a

$$\theta' = \frac{V - v_0}{V} = \frac{v_0 - v_0}{v_0} = 0; \qquad \theta'^2 = 0; \qquad 2\theta'^2 = 0.$$

Quand il double sa production de base, on a

$$\theta' = \frac{2v_0 - v_0}{2v_0} = \frac{1}{2}; \qquad \theta'^2 = \frac{1}{4}; \qquad 2\theta'^2 = \frac{1}{2}.$$

Si la production est quadruplée,

$$\theta' = \frac{4v_0 - v_0}{4v_0} = \frac{3}{4}; \qquad \theta'^2 = \frac{9}{16}; \qquad 2\theta'^2 = \frac{18}{16}.$$

Si la production devient six fois plus grande,

$$\theta' = \frac{6v_0 - v_0}{6v_0} = \frac{5}{6}; \qquad \theta'^2 = \frac{25}{36}; \qquad 2\theta'^2 = \frac{50}{36}.$$

Etc.

Avec ces chiffres on obtient :

Production.		Salaire journalier. Tarif aux pièces.	Tarif de guerre.	Tarif Rowan.
		fr	fr	fr
Normale	: 1....	8	8	8
Double	: 2....	16	12	12
Quadruple	: 4....	32	17	14
Octuple	: 6....	48	19	14,50

Ainsi pour la production de base et pour une production doublée, le tarif de guerre BF et le tarif Rowan donnent des résultats identiques et ne diminuent le salaire « aux pièces » que de

$$\frac{16 - 12}{16} = \frac{4}{16} = 25\ \%.$$

Mais pour une production octuplée, le tarif Rowan donne une diminution de

$$\frac{48 - 14,50}{48} = \frac{33,50}{48} = 70\ \%,$$

et le tarif de guerre BF

$$\frac{48 - 19}{48} = \frac{29}{48} = 60\ \%\ \text{seulement.}$$

Donc le tarif de guerre, lors des fortes productions comme celles enregistrées aujourd'hui, est avantageux pour l'ouvrier. Par conséquent la transition, en passant du tarif « aux pièces » au tarif moderne sera moins rude avec le tarif de guerre qu'avec le tarif Rowan.

Mais le tarif de guerre possède encore sur le tarif Rowan l'avantage de pouvoir permettre une transition aussi progressive que l'on voudra; on peut passer du tarif « aux pièces » au tarif de guerre définitif par des étapes insensibles, se succédant de quinzaines en quinzaines, de mois en mois, comme on le voudra, sans aucun trouble ni difficulté.

En effet le tarif de guerre

$$S = s_0 + \alpha\theta'^2 s_0$$

permet la variation progressive du coefficient α, sans inconvénient pratique, depuis la valeur $\alpha = 0$, jusqu'à la valeur $\alpha = 4$.

On peut donc d'abord adopter si l'on veut le coefficient $\alpha = 4$, qui n'imposera aux ouvriers qu'une réduction de salaire d'abord peu sensible; puis de quinzaine en quinzaine, par fractions aussi petites que l'on voudra, on donnera au coefficient α des valeurs successives :

$\alpha = 4$	ou bien	$\alpha = 4$,
$\alpha = 3,5$	»	$\alpha = 3,9$,
$\alpha = 3$	»	$\alpha = 3,8$,
$\alpha = 2,5$	»	$\alpha = 3,7$,
$\alpha = 2$	»	$\alpha = 3,6$,
....	....	....

Le tarif de guerre permet donc de passer de l'ancien système au nouveau, avec les plus entiers ménagements des situations acquises; le tarif Rowan ne le permet pas.

Pour ce motif, malgré l'avantage que le tarif Rowan possède déjà d'être connu, nous ne le préconisons pas aujourd'hui.

La théorie du salaire moderne se prête à la recherche de toutes les solutions.

En particulier, en respectant le grand principe des revendications féminines : à travail égal, salaire égal, il permet cependant de payer finalement des salaires différents, salaires qui sont rendus inévitables par les faits économiques, et qu'il paraît aussi déraisonnable de vouloir éviter, que de tenter de faire remonter un fleuve vers sa source.

Elle permet également une équitable solution de la rémunération des ouvriers étrangers : Annamites, Arabes, Kabyles, etc.

Enfin elle peut aussi faciliter grandement la solution des difficultés du paiement du travail à domicile; elle offre donc des ressources très étendues.

F. Bayle, ingénieur.

MATÉRIEL.

Un nouveau palier à graissage par l'huile sous pression [1].

La forme primitive d'un palier de machine peut être représentée par une cavité alésée dans le bâti en fonte de cette machine et dans laquelle tourne un arbre, le palier de butée primitif consistant essentiellement en un collet sur l'arbre pour éviter le déplacement longitudinal de ce dernier.

Lorsque le diamètre de l'arbre, la charge qu'il supporte et sa vitesse augmentèrent, il devint nécessaire de soigner davantage l'étude et la construction de cette partie de la machine.

Sans lubrification, un palier ne pourrait fonctionner : son usure serait excessive; en outre il est nécessaire de refroidir un palier si la température de l'huile de graissage dépasse 70°, car au delà, l'huile commence à se carboniser; un palier doit donc être établi de telle manière que la température, due à la chaleur engendrée par friction moins celle dissipée par radiation et conduction, ne dépasse pas le chiffre ci-dessus.

L'emploi de l'huile pour réduire le travail de frotte-

(1) H.-T. Newbigin, *Engineering*, 15 septembre 1916, p. 264-265.

ment est très ancien, mais l'étude de son action, et plus spécialement l'établissement de paliers étudiés pour utiliser cette action de la meilleure manière est tout à fait récent.

L'action d'un lubrifiant est double : il modifie la nature des surfaces frottantes, réduisant ainsi le frottement; mais en outre, dans certaines circonstances favorables, il va encore beaucoup plus loin, car il produit automatiquement une couche infiniment mince sous pression entre les surfaces, éliminant complètement le contact métallique, de sorte que le frottement est considérablement réduit.

Cette action particulière se produit dans une certaine limite pour les paliers ordinaires, mais il ne se produit jamais pour les paliers de butée ordinaires.

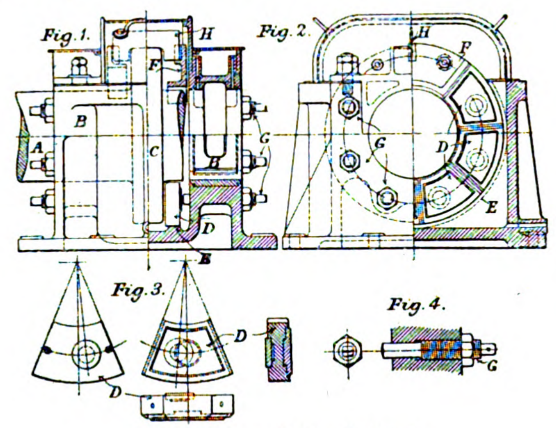


Fig. 1 à 4. — Palier de butée.

Le phénomène de la production d'une couche d'huile sous pression a été signalé par M. Beauchamp Tower au cours d'une série d'essais exécutés de 1883 à 1885 à l'Institut des Ingénieurs mécaniciens.

Il trouvait que sous certaines conditions l'arbre tournant dans un coussinet ordinaire était capable d'entraîner l'huile y adhérant entre les surfaces, de manière à séparer effectivement ces surfaces et que la plus haute pression dans cette couche d'huile était environ le double de la pression moyenne.

Il trouvait aussi que la plus forte pression était située sur la ligne centrale longitudinale du coussinet et un peu en avant dans la direction de la rotation et que, de là, la pression tombait à zéro aux bords du coussinet.

Un coussinet marchant dans ces conditions fonctionne avec une perte par frottement beaucoup plus faible et peut porter une charge beaucoup plus grande.

A la suite des essais de Tower, le professeur Osborne Reynolds montrait que le frottement dans ce cas était dû à l'écoulement visqueux de l'huile, et il montrait comment, par un calcul basé sur la théorie de l'écoulement visqueux une courbe de pression pouvait être obtenue dont la forme se rapprochait de la courbe observée.

Dans sa théorie, Reynolds supposait que le coussinet était de longueur infinie, ce qui diminuait l'importance pratique de son étude; il montrait cependant que :

1° Pour obtenir une mince couche d'huile sous pression entre les surfaces, ces dernières doivent faire un très petit angle entre elles, dont la pointe soit dirigée vers la sortie de l'huile;

2° Dans le cas d'un coussinet ordinaire, cet angle entre les surfaces se produit automatiquement à cause du jeu indispensable qui fait que les centres de l'arbre et du coussinet ne coïncident pas;

3° Ce déplacement des surfaces ne peut se produire dans les paliers de butée, ce qui explique leur relativement faible capacité de charge.

La théorie complète du frottement, suivant les idées d'Osborne Reynolds, a été faite en 1905 par M. A.-G.-M. Michel : cet ingénieur admet que l'épaisseur de la couche d'huile au bord d'entrée est double de celle au bord de sortie; il montre, à l'aide de développements mathématiques, comment les lignes d'égale pression peuvent être tracées et comment on peut trouver le centre de pression (*Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 1905) pour des surfaces planes de dimensions quelconques.

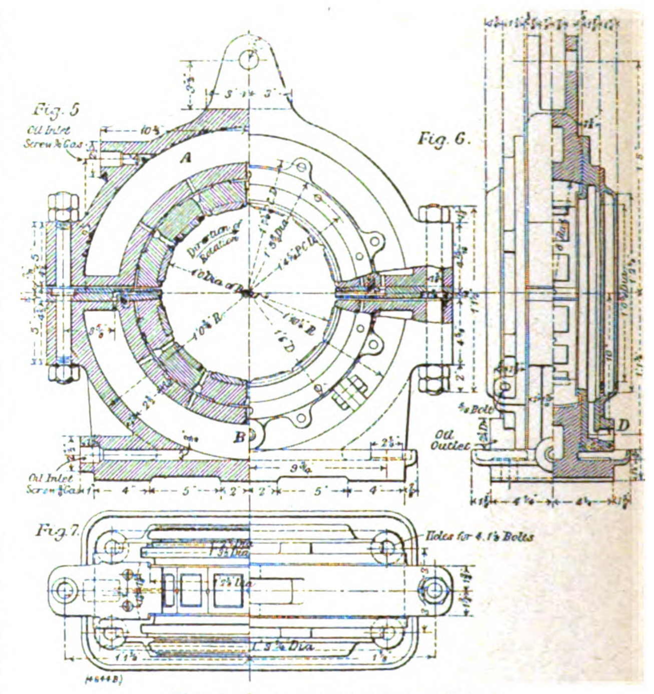


Fig. 5, 6, 7. — Coussinets Michel.

Il démontra également qu'un bloc rectangulaire pivotant autour du centre de pression prend automatiquement l'angle convenable pour la formation d'une couche d'huile séparant entièrement les surfaces métalliques.

Le résultat des recherches de M. Michel a été de permettre la construction de paliers de butée et de paliers d'un modèle spécial et donnant des résultats bien supérieurs aux paliers ordinaires.

Le palier de butée diffère de l'ancien type en ce sens qu'il possède un seul collet au lieu des nombreux collets nécessaires dans les anciens modèles par suite de la faible charge admissible avec l'ancien mode de graissage qui

ne dépassait pas 4 kg : cm² ; le coefficient de frottement étant égal à 0,026 environ, le nouveau modèle a un coefficient de frottement ne dépassant pas 0,0013 et peut admettre des charges de 14 à 21 kg : cm².

Le coussinet de butée est subdivisé en un certain nombre de blocs de forme différente suivant le but à atteindre.

Les figures 1 et 2 montrent un palier de butée destiné à un arbre de marine.

L'arbre A est supporté par deux coussinets B placés de part et d'autre du collet de butée proprement dit C, lequel transmet la poussée à un certain nombre de blocs D pouvant pivoter autour d'un certain point légèrement en dehors de leur centre; l'extrémité d'une vis réglable G est le point de pivotage. Les figures 3 et 4 montrent les détails des blocs. Le corps du palier forme réservoir à huile dans laquelle le collet se déplace. Ce modèle a donné d'excellents résultats, le frottement étant seulement un vingt-cinquième de celui du type à collets multiples.

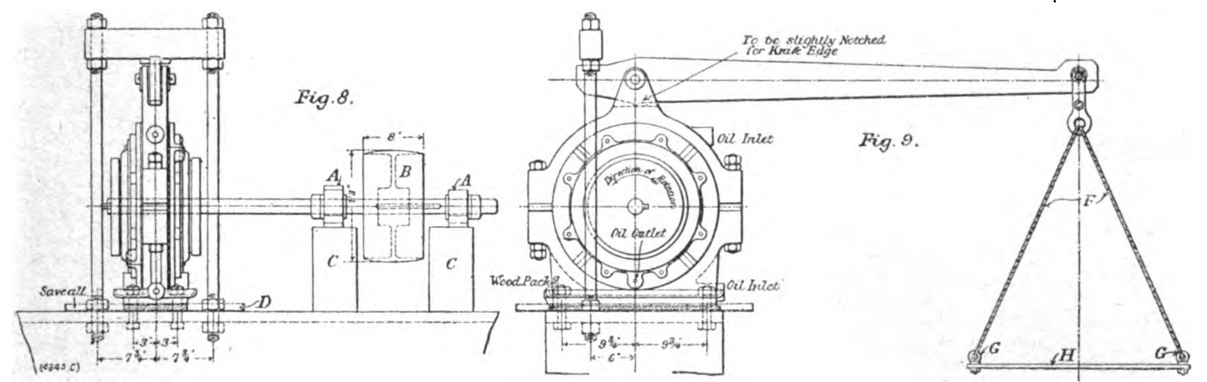


Fig. 8 et 9. — Dispositif d'essai de coussinets Michel.

Dans certaines applications à des paliers de butée pour turbines à vapeur, on a pu atteindre une vitesse moyenne égale à 30 m : sec.

Les paliers de butée tournant à petite vitesse sont à graissage à la graisse, mais construits suivant le même principe.

Pour les coussinets lisses ordinaires de petit diamètre, la conditions nécesaire est pour ainsi dire remplie automatiquement et il est possible d'atteindre des pressions de 15 à 21 kg : cm² pour des arbres de 50 à 75 mm de diamètre, alors que pour de gros arbres, il n'est pas prudent de dépasser 7 kg : cm².

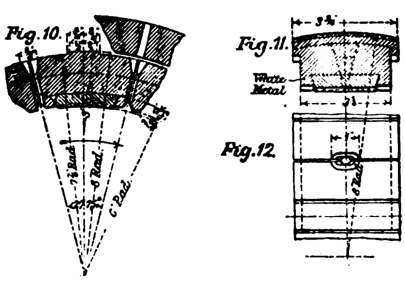


Fig. 10 et 11. — Détails des segments des coussinets Michel.

Dans ce dernier cas, la couche d'huile sous pression se forme bien entre certaines parties des surfaces, mais pour le reste, le frottement est pour ainsi dire purement métallique et forme en somme un frein sur l'arbre; il en résulte que l'ingénieur est conduit à diminuer la pression effective par unité de surface et par suite à augmenter la longueur du coussinet.

Mais en subdivisant la surface circonférentielle en un certain nombre de segments, pouvant chacun pivoter en un point de la face arrière, on forme ainsi autant d'éléments satisfaisant à la condition nécessaire pour la formation d'une couche d'huile sous pression entre les surfaces frottantes ; il en résulte que la surface active est augmentée et la surface nuisible pratiquement supprimée; le frottement est ainsi diminué et le coussinet peut être notablement diminué de longueur.

Une série d'essais a été entreprise sur un coussinet Michel dont les figures 5, 6 et 7 montrent les détails et les figures 8 et 9 le dispositif d'essai.

La surface du coussinet est divisée en douze segments, pouvant chacun pivoter autour d'une nervure disposée à sa face arrière, de façon à pouvoir prendre l'orientation nécessaire à la formation de la couche d'huile sous pression. Ces segments sont montrés en détail sur les figures 10 et 11.

La surface intérieure des blocs est garnie de métal blanc, d'une surface égale à 26 cm² environ, la surface totale étant égale à 300 cm² environ, la surface projetée équivalente étant égale à 110 cm² environ pour chaque demi-coussinet.

Les segments peuvent en outre se déplacer suivant une surface sphérique pour permettre l'alignement de l'arbre. L'huile étant amenée aux surfaces frottantes à l'aide des chambres A et B, elle s'échappait en D, l'arbre était mis en mouvement à l'aide d'un électromoteur et chaque essai était continué jusqu'à ce que l'huile circulant ait atteint une température constante. La charge sur le coussinet était obtenue à l'aide de poids placés sur le plateau H placé à l'extrémité d'un levier ayant 11 : 1 comme rapport.

Le tableau annexé donne les résultats de ces essais.

Essais d'un palier MICHEL, *mai* 1916.

Charge totale [1] (en kg).	Pression sur le coussinet [2] (en kg : cm²).	Vitesse périphérique (en m : sec).	Échauffement de l'huile (en degrés C.).	Circulation d'huile (en kg : min).	Travail de frottement calculé d'après l'échauffement de l'huile. (ch)	Coefficient de frottement.
1100.....	10,3	9,50	12,5	5,7	2,8	0,0086
1630.....	16,6	»	9,0	5,7	2,3	0,0047
2200	20,5	»	9,0	6,7	2,5	0,0039
2700.....	26,3	»	10	6,5	3,0	0,00375
3300.....	31,2	»	10	7,1	3,2	0,0033
3750.....	37	»	8,9	8	2,9	0,0025
4450.....	42,5	»	12,5	8,5	4,0	0,00295
5300.....	49,5	»	13,5	8,6	4,5	0,00286
6700.....	64	»	14	»	5,4	0,0027
»	»	»	»	8,9	4,1	»
1100.....	10,3	21	12,5	12	5,5	0,0079
2500.....	23,4	»	15	11,4	6,4	0,004
3850.....	37	»	19,5	15	10,9	0,0044
5300.....	49,5	»	19,5	17	12,2	0,00365
5300.....	»	»	21,7	14,2	11,5	0,0034
6700.....	64	»	22,8	15	12,7	0,00295

E. B.

(1) Charge totale sur un demi-coussinet.
(2) Pression par unité de surface projetée.

L'unification des filetages.

L'unification des filetages des vis, boulons et écrous est une œuvre toute française dont la conception et la réalisation sont dues à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

La guerre actuelle, en établissant des relations plus intimes entre l'industrie française et l'industrie anglaise pour la fabrication des nombreuses pièces métalliques entrant dans le matériel de guerre, a montré une fois de plus combien il serait désirable que le système préconisé par la Société d'Encouragement et adopté dans la plupart des pays faisant usage du système métrique, soit également adopté dans les pays où l'on emploie le système des mesures anglaises. Aussi dans le courant d'octobre dernier le commander Courtney, directeur du Service de l'Aviation navale britannique, installé 11, avenue Montaigne, à Paris, consultait-il la Société d'Encouragement sur les mesures à prendre pour appliquer aux appareils employés par son service les systèmes de vis normales en usage en France.

A cette occasion et pour répondre à la question posée, la Société d'Encouragement fut amenée à rédiger une note présentant un résumé des données principales concernant le système des vis unifiées à dimensions métriques, en usage en France, avec un tableau annexe donnant la nomenclature et les dimensions principales de toutes ces vis (diamètres, pas et ouvertures des clefs correspondantes); elle était en outre conduite à réimprimer certains documents dont les tirages à part étaient épuisés; notamment : la note, en date du 20 octobre 1900, établie par la Conférence internationale chargée de rédiger l'exposé du système international des filetages, à bases métriques, adopté par le Congrès international de Zurich au mois d'avril 1898 et le rapport présenté, au mois d'avril 1910, au nom de la Société d'Encouragement, au Congrès des Associations internationales tenu en Belgique à l'occasion de l'Exposition universelle; enfin elle était amenée à compléter ces réimpressions par la liste bibliographique de toutes les publications faites par elle sur la question de l'unification depuis l'année 1893 jusqu'à ce jour.

Ce sont ces divers documents que vient de publier la Société d'Encouragement dans son *Bulletin* (1).

L'article qui a été publié il y a quelques années dans ces colonnes (2) nous dispense de revenir sur cette question autrement que pour informer le lecteur qu'il trouvera dans la dernière publication de la Société d'Encouragement tous les renseignements dont il peut avoir besoin.

Rappelons toutefois que les vis ont été divisées en trois séries : la série de la grosse mécanique comprenant les vis dont le diamètre va de 6 mm à 80 mm; la série de la petite mécanique dont les vis ont un diamètre compris entre 2,5 mm et 6 mm; et enfin la série horlogère comprenan les vis de diamètres inférieurs à 2,5 mm.

La première série est la seule qui jusqu'ici ait, par le fait de son adoption par le Congrès international tenu à Zurich en 1898, un caractère international. On avait en effet pensé à cette époque qu'il convenait de conserver pour les vis d'un diamètre inférieur à 6 mm les règles de filetages adoptées déjà, en divers pays, depuis 1880, sur la proposition de M. Thury patronnée par la Société des Arts de Genève. Ce n'est qu'en 1903 que MM. Zetter et E. Sartiaux, au nom du Syndicat des Industries électriques, demandèrent que ces vis, fort employées dans la petite construction électrique, fussent également soumises aux règles de filetage métriques; toutefois après étude de la question on n'étendit ces règles, avec de légères modifications imposées par la pratique, que jusqu'au diamètre de 2,5 mm. Mais en 1909, M. Maurice Picard, de la Maison Les Fils de Henri Picard et Cie, fabricants d'outils et de fournitures pour l'horlogerie, demanda et

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, t. CXXIV, n° 6, novembre-décembre 1915, p. 550-568. Les divisions de cette importante note sont : 1° Préambule où sont exposés l'historique de la question et son but; 2° Sur l'adoption du système international et de ses extensions aux petites vis par le Service de l'Aviation navale britannique; 3° Rapport sur l'unification des systèmes de filetages présenté au Congrès des Associations internationales, Bruxelles, 1910; 4° Résumé des données principales concernant le système des vis unifiées à dimensions métriques en usage en France; 5° Nomenclateure et dimensions principales des vis unifiées à pas métriques en usage en France; 6° Congrès international de Zurich, 1898, où se trouvent exposées les règles du système international de filetage; 5° Bibliographie des publications de la Société d'Encouragement sur l'unification des filetages, publications qui sont au nombre de trente et une.

(2) *La Revue électrique*, t. XV, 10 février 1911, p. 140-142.



obtint l'extension des règles métriques pour les petites vis de la série horlogère dont le diamètre est compris entre 2,5 mm et 0,4 mm. Les propositions relatives à ces deux séries, la série de la petite mécanique et la série horlogère, furent soumises, en 1910, au Congrès des Associations internationales tenu à Bruxelles à l'occasion de l'Exposition, lequel décida « qu'une Commission internationale serait constituée pour provoquer, auprès des Associations internationales intéressées, les dispositions nécessaires pour assurer d'une façon générale l'unification des mesures dont elles ont à faire usage en basant cette unification sur le système métrique ». Diverses circonstances n'ont pas permis de donner de suite à cette décision du Congrès avant l'éclosion de la guerre mondiale actuelle qui en ajourne forcément encore la réalisation. Les deux séries de vis de diamètres inférieurs à 6 mm n'ont par suite pas reçu jusqu'ici d'approbation internationale; elles se sont néanmoins répandues dans les pays faisant usage du système métrique et particulièrement en France.

Balayeuse de rues à aspiration à moteur à gaz et commande électrique; W.-S. LEGGETT (*General Electric Review*, août 1916, p. 715-719). — Cette balayeuse, construite par la Waycleanse Co, diffère complètement des types ordinairement employés. Tandis que ceux-ci rejettent la poussière ou la boue dans le ruisseau, la balayeuse Waycleanse l'envoie dans un récipient que porte la balayeuse; le nouveau type présente donc au point de vue de l'hygiène des avantages évidents. L'article donne la description de cette balayeuse qui se compose de deux véhicules : un tracteur portant le balais rotatif et un tricycle à caisse fermée contenant le séparateur de poussière et le récipient où s'accumule celle-ci. Pour vider celui-ci, il suffit de faire basculer la caisse.

Le cobaltage par dépôt électrolytique (*Génie civil*, 2 septembre 1916, p. 156). — Il résulte d'expériences faites à l'Université de Kirgston (Canada) et relatées dans *Scientific American Supplement* du 1er juillet, que, toutes choses égales d'ailleurs, le dépôt de cobalt se fait beaucoup plus rapidement que celui du nickel, et qu'en raison de sa grande dureté, il suffit, pour une protection à résistance égale, d'un poids de cobalt quatre fois moindre que celui du nickel. De plus le cobalt épouse les formes de l'objet à recouvrer dans ses moindres détails, le dépôt est très dur, très adhérent, uniforme et les opérations du polissage lui donnent une belle teinte brillante d'un blanc légèrement bleuté. Les compositions suivantes des bains ont été reconnues les meilleures pour les usages industriels : 1° sulfate double de cobalt et d'ammonium, 200 g par litre d'eau (équivalant à 145 g de sulfate double anhydre); 2° sulfate de cobalt 312 g, chlorhre de sodium 19,6 g, acide borique jusqu'à saturation dans un litre d'eau. Les densités respectives de ces bains à 15° C. sont 1,053 et 1,25. Ils n'ont pas besoin d'être agités, sont plus propres que le bain de nickel et sont remarquables par leur pouvoir pénétrant qui est partout identique. Avec le premier bain le dépôt est 4 fois plus rapide que le dépôt de nickel, le second est 15 fois plus rapide; avec ce dernier et une densité de courant 15 ampères : dm² il suffit d'une minute pour obtenir un dépôt assez épais sur toutes les pièces d'automobiles qui sont généralement nickelées. La première solution est préférable pour le cobaltage des objets de formes et de dimensions variées rencontrées dans le commerce.

Le bilan calorifique du haut fourneau électrique (*Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 15 août 1916, p. 6). — Dans le haut fourneau de 3000 ch de Trollhattan 60 pour 100 de la chaleur sont fournis par le courant électrique et 40 pour 100 par la combustion du carbone de la charge. Cette chaleur est dépensée : pour 65 pour 100 à la réduction; pour 25 pour 100 en pertes par radiation, refroidissement, etc; pour 10 pour 100 en chaleur entraînée par la fonte et le laitier. — Le haut fourneau électrique fonctionnant comme un appareil de réduction à chauffage en vase clos, où la réduction directe des oxydes par le carbone solide peut se faire grâce à la haute température pratiquée électriquement, les chiffres ci-dessus montrent que là où le charbon est cher et l'électricité bon marché (cas de la Scandinavie), on peut payer électriquement presque tous les frais caloriques demandés par la réduction, en ne consommant que le carbone réducteur réclamé chimiquement et dont la chaleur de combustion, d'autre part, sert à couvrir les pertes caloriques de l'ensemble de l'appareil. Somme toute, avec le chauffage électrique, on pourrait presque supprimer le carbone si l'on disposait d'un autre élément réducteur donnant un meilleur rendement économique.

La lubrification des engrenages (*Engineering*, 11 août 1916, p 119-120). — Dans cet article, l'auteur montre que la théorie de la lubrification établie par Osborne Reynolds pour les paliers est également applicable aux trains d'engrenages à grande vitesse angulaire.

Savoir c'est pouvoir; F. LORI (*Elettrotecnica*, vol. III, 15 juillet 1916, p. 431-435). — Cette Conférence que le professeur Lori a tenu à Milan et à Rome sur l'invitation des Sociétés techniques, est divisée en trois parties. La première qui fait l'objet de l'article qui nous occupe contient des observations générales relatives au devoir des gouvernements et des individus pour l'augmentation du savoir et en conséquence du pouvoir. Il y est fait aussi une comparaison entre les qualités de la race allemande et des races latines pour ce qui se rapporte au sujet de la conférence, et l'auteur a essayé de résumer les principales raisons de l'accroissement rapide de la production industrielle de l'Allemagne.

Presse à emboutir et à poinçonner de grande production (*Génie civil*, 16 septembre 1916, p. 190). — Description accompagnée de deux figures, d'après *Iron Age* du 15 juin, d'une poinçonneuse-emboutisseuse construite par la Malm Machine Co de Dayton (Ohio, Etats-Unis) et qui peut emboutir jusqu'à 1000 pièces à la minute en absorbant 160 ch pour une épaisseur de tôles de 3 mm et une largeur des pièces embouties de 30 cm.

Les accidents dus à l'électricité (*Industrie électrique*, 10 juillet 1916, p. 242-243). — Dans cette note se trouve résumé un rapport de M. G. Scott Ram sur les accidents qui se sont produ ts dans les usines génératrices d'électricité et les ateliers du Royaum -Uni Pour les usines et ateliers le nombre de ces accidents a été de 99 dont 4 seulement ont été suivis de mort; pour les ateliers il s'est élevé à 425 dont 16 mortels.

Le service de l'Hydrographie nationale suisse (*Génie civil*, 16 septembre 1916, p. 188-189). — Dans cet article est indiqué l'historique de ce service d'après une conférence par M. Collet à la Société des Arts de Genève et publiée dans le numéro du 25 juin de la *Revue polytechnique de Genève*.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Loi du 25 novembre 1916, concernant les mutilés de la guerre, victimes d'accidents du travail.

Article premier. — Toutes les fois qu'un militaire, marin et assimilé, atteint d'infirmités graves et incurables résultant soit de blessures reçues au cours d'événements de guerre ou en service commandé pendant la guerre actuelle, soit de maladies contractées ou aggravées par suite des fatigues ou dangers de service pendant la guerre actuelle, aura été victime d'un accident du travail survenu dans les conditions prévues par les lois des 9 avril 1898, 30 juin 1899, 12 avril 1906, 18 juillet 1907 et 15 juillet 1914, l'ordonnance du président ou le jugement du tribunal qui fixera le montant des rentes pouvant résulter tant de sa mort que de la réduction permanente de sa capacité de travail, devra indiquer expressément : 1° si l'accident a eu pour cause exclusive l'infirmité de guerre préexistante; 2° si la réduction permanente de capacité résultant de l'accident a été aggravée par le fait de ladite infirmité et dans quelle proportion. Dans le premier cas, le chef d'entreprise sera exonéré de la totalité des rentes allouées à la victime ou à ses ayants droit par l'ordonnance ou le jugement; et, dans le second cas, de la quotité desdites rentes correspondant à l'aggravation ainsi déterminée. Le capital représentatif des rentes auxquelles s'appliquera cette exonération sera versé à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse par prélèvement sur les ressources d'un fonds spécial de prévoyance dit « des blessés de la guerre », dont le fonctionnement sera assuré par le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale et la gestion financière par la Caisse des dépôts et consignations. Le fonds spécial de prévoyance sera alimenté par une contribution des employeurs et des organismes d'assurances, dont le taux sera fixé chaque année par la loi de finances suivant les modalités indiquées par les articles 25 de la loi du 9 avril 1898, 4 et 5 de la loi du 12 avril 1906, modifiée par celle du 26 mars 1908, 4 de la loi du 18 juillet 1907 et 6 de la loi du 15 juillet 1914, en ce qui concerne les différentes catégories d'employeurs, et, par l'article 27, dernier alinéa, de la loi du 9 avril 1898, modifiée par celle du 31 mars 1905, en ce qui concerne les organismes d'assurances : la contribution de ceux-ci doit rester exclusivement à leur charge.

Art. 2. — Un décret, rendu après avis du comité consultatif des assurances contre les accidents du travail, dont fera partie comme membre de droit le conseiller juridique du contrôle des assurances privées, déterminera les conditions d'organisation et de fonctionnement du service du fonds spécial de prévoyance visé par l'article précédent.

Art. 3. — A titre transitoire et pour les années 1916, 1917 et 1918, les taxes à percevoir des chefs d'entreprises et des organismes d'assurances par application des dispositions qui précèdent, seront égales au tiers des taxes prévues : 1° par le décret du 28 mai 1915, en ce qui concerne les exploitants des usines; 2° par la loi du 13 décembre 1912, en ce qui concerne l'application des alinéas 2 et 3 de l'article 5 de la loi du 12 avril 1906; 3° par l'arrêté du Ministre du Travail fixant les frais de contrôle et de surveillance des organismes d'assurances pour l'année 1913.

Art. 4. — Après apurement complet et définitif du fond spécial de prévoyance des blessés de la guerre, le reliquat éventuel sera versé au fonds de garantie institué en matière d'accidents du travail par l'article 24 de la loi du 9 avril 1898.

(*Journal officiel*, 26 novembre 1916.)

Décret du 23 novembre 1916 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

Article premier. — Les délais accordés par les articles 1er et 5 du décret du 27 septembre 1914 pour le payement des sommes dues par les entreprises d'assurance, de capitalisation et d'épargne et prorogés par l'article 1er des décrets des 27 octobre, 29 décembre 1914, 23 février, 24 avril, 26 juin, 28 août, 30 octobre, 20 novembre 1915, 15 janvier, 18 mars, 19 mai, 18 juillet et 23 septembre 1916 sont prorogés, à dater du 1er décembre 1916, pour une nouvelle période de quatre-vingt-dix jours francs, sous les conditions et réserves ci-après, le bénéfice de cette prorogation étant étendu aux contrats à échoir avant le 1er mars 1917, pourvu qu'ils aient été conclus antérieurement au 4 août 1914. Pendant la durée de cette prorogation, les entreprises seront tenues de payer : 1° en matières d'assurance sur la vie, 50 pour 100 du capital ou du rachat stipulé, jusqu'à concurrence de 25000 francs, et l'intégralité des rentes viagères; 2° en matière d'assurance contre les accidents du travail, l'intégralité des allocations temporaires et rentes viagères dues en vertu de la loi du 9 avril 1898 et des lois qui l'ont modifiée ou complétée; 3° en matière d'assurance contre les autres accidents de toute nature, l'intégralité de l'indemnité temporaire et du capital ou de toutes autres indemnités dues; 4° en matière d'assurance contre l'incendie et contre tous risques autres que ceux prévus aux alinéats précédents, l'intégralité des sinistres; 5° en matière de capitalisation, l'intégralité du capital des bons ou titres venus à échéance; 6° en matière d'épargne, et seulement en ce qui concerne les sociétés visées au titre II de la loi du 3 juillet 1913, 50 pour 100 du capital revenant aux intéressés par suite de l'échéance de leurs séries ou participations, ou par suite de décès, pour les Sociétés dont les placements se font en constructions de maisons payables à tempérament, et l'intégralité des sommes exigibles pour les autres sociétés. Le bénéfice de ces dispositions ne pourra être invoqué par l'assuré ou l'adhérent, qu'à condition que le montant de la prime ait été versé, et en matière d'assurance contre les accidents et l'incendie que les déclarations de salaires et de sinistres aient été faites, conformément aux prescriptions du contrat.

Art. 2. — En matière d'assurance sur la vie, l'assureur, un mois après l'envoi d'une lettre recommandée restée sans effet, reproduisant le texte de la présente disposition et invitant l'assuré à acquitter les primes arrivées à échéance ou à prendre l'engagement de les acquitter, en une ou plusieurs fois à son gré, dans le délai de deux années après la cessation des hostilités, ne sera responsable, en cas de décès de l'assuré, que jusqu'à concurrence de la valeur acquise à la police, conformément aux conditions du contrat. Toutefois, les clauses des polices d'assurances retrouveront leurs pleins effets, pour les primes échues et à échoir, à l'égard



des assurés des sociétés à forme mutuelle, qui ne payent aucune commission ni aucune rétribution, sous quelque forme que ce soit, pour l'acquisition des assurances, et qui l'ont stipulé dans leurs statuts. Les dispositions des alinéas précédents ne vaudront pas, à l'égard des assurés présents sous les drapeaux, ou domiciliés dans les régions envahies, ou retenus en territoire ennemi, ou se trouvant hors de France ou d'Algérie pour service public ; le recouvrement de leurs primes échues au cours de la période pendant laquelle ils sont restés couverts de leur risque, se fera dans des conditions qui seront déterminées après les hostilités.

Art. 3. — Les prorogations spécifiées aux articles précédents sont purement facultatives pour les débiteurs ; les sommes dont le payement est suspendu en vertu desdits articles portent intérêt de plein droit aux taux de 5 pour 100, à partir du jour où le payement était primitivement exigible. L'intérêt est dû dans les mêmes conditions, par l'assuré, pour le montant des primes qu'il n'a pas versées à l'époque fixée par le contrat. Les dispositions des deux alinéas ci-dessus ne font pas obstacle à l'application de toutes clauses contractuelles qui stipuleraient un taux d'intérêt plus élevé.

Art. 4. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont portées, par simple requête de la partie la plus diligente, devant le président du tribunal civil, qui statue en référé. Sa décision est exécutoire, par provision, nonobstant appel.

Art. 5. — Les dispositions du présent décret ne sont pas applicables aux sociétés d'assurances mutuelles agricoles régies par la loi du 4 juillet 1900.

Art. 6. — Les dispositions du présent décret s'appliquent aux entreprises d'assurances, opérant en France, des pays alliés ou neutres : toutefois, leur bénéfice serait refusé à ces entreprises dans le cas où le pays où elles ont leur siège social prendrait des mesures analogues sans en assurer l'application aux entreprises françaises.

Art. 7. — Les dispositions du présent decret sont applicables à l'Algérie.

(*Journal officiel*, 26 novembre 1916.)

INFORMATIONS DIVERSES.

Le bureau téléphonique semi-automatique d'Angers; Reynaud-Bonin, ingénieur des Postes et des Télégraphes (*Ann. des Postes, Télég. et Télép.*, juin 1916, p. 105-172). — En 1912, M. Chaumet, sous-secrétaire d'Etat aux Postes et Télégraphes, décidait l'établissement de commutateurs semi-automatiques dans les bureaux d'Angers et de Marseille et de commutateurs automatiques à Nice et à Orléans. Les travaux d'aménagement de ces bureaux étaient tous entrepris en 1914 quand la guerre éclata. Malgré la raréfaction de la main-d'œuvre, l'équipement du bureau d'Angers a été achevé et le bureau semi-automatique mis en service en novembre 1915. Le passage du service manuel au service semi-automatique s'est effectué sans incidents; 1400 abonnés sont reliés au commutateur, dont la capacité totale est de 3000 abonnés et qui est placé dans un local assez vaste pour recevoir une extension permettant de desservir jusqu'à 20 000 abonnés. Dans l'important mémoire qui nous occupe, M. Reynaud-Bonin donne de ces installations une description très détaillée accompagnée de 20 figures et 2 planches. Ne pouvant entrer dans l'analyse de cette description à cause de la complexité des appareils, nous nous bornons à indiquer le principe du système. — Le système téléphonique semi-automatique ne diffère pas dusystème à batterie centrale en ce qui concerne les postes d'abonnés et l'intervention des opératrices pour établir une communication. Le téléphone semi-automatique peut donc être substitué au système actuel de batterie centrale sans apporter aucun trouble dans les habitudes des abonnés; ce n'est qu'une question de montage de bureau central. Dans un bureau central semi-automatique, lorsque l'opératrice a enregistré le numéro de l'abonné demandé sur un clavier analogue à celui d'une machine à écrire, la mise en relation de cet abonné avec l'abonné demandeur se poursuit automatiquement par des commutateurs tournants. Donc, plus de fiches, plus de jacks généraux ou particuliers; le meuble téléphonique est réduit aux proportions d'une simple table d'aspect très dégagé. L'opératrice n'est occupée par le demandeur que juste le temps suffisant pour enregistrer sur son clavier le numéro demandé. Une téléphoniste habile pourra assurer jusqu'à 500 communications à l'heure, chiffre double de celui qui est obtenu avec la batterie centrale manuelle. Enfin le système téléphonique semi-automatique se prête aisément à la transformation en système entièrement automatique. Dans ce cas, les postes d'abonnés doivent être remplacés par des postes spéciaux, mais le montage du bureau central ne doit subir que des modifications insignifiantes : quelques fils de connexions à supprimer et le système complètement automatique est réalisé. On peut même avoir concurremment dans un même bureau des abonnés semi-automatiques et des abonnés convertis en automatique pur.

L'industrie électrochimique et la guerre (*Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 1er septembre 1916, p. 17-18). — Les usines électrochimiques jouent actuellement un rôle considérable dans l'œuvre de la défense nationale. L'acétylène est employé pour l'éclairage des travaux de sape et de mine, l'éclairage des automobiles et surtout pour la soudure autogène. La cyanamide calcique concourt à l'obtention de l'azotate d'ammonium, base de plusieurs explosifs. Les ferro-chrome, ferro silicium, ferro-tungstène ferro-molybdène sont utilisés dans la fabrication des aciers. L'aluminium est employé dans les aciéries, la fabrication des fusées, des aéronefs, des automobiles et même dans la fabrication de certains explosifs comme l'*ammonal*, qui est un mélnge de nitrate d'ammonium et de poudre d'aluminium. Les chlorates ont vu centupler leur production pour être utilisés dans la fabrication des cheddites. La fabrication du chlore gazeux s'est soudain développée; il en a été de même pour la fabrication de divers produits tels que le sodium, le magnésium, les ferro-cyanures, les aciers électriques, la fonte synthétique, le ferro-manganèse, l'acide azotique synthétique. — L'auteur fait remarquer que toutes ces fabrications n'empruntent presque rien à l'étranger, l'énergie électrique étant fournie pas nos chutes d'eau et la plupart des matières premières provenant de notre sol ou de celui de nos colonies.

Raffinage électrolytique de l'antimoine (*Journal du Four électrique et de l'électrolyse*, 15 septembre 1916, p. 41). — Quelques expériences ont été faites aux Etats-Unis pour le raffinage électrolytique de l'antimoine par A.-C. Betts. Il utilise comme anodes des barres composées de 75 pour 100 d'antimoine, 12 pour 100 d'arsenic et 4 pour 100 de plomb avec cuivre et bismuth. L'électrolyte est un fluorure double d'antimoine et de potasse et la cathode est en cuivre. Avec une densité de courant de 6,6 ampères par pied carré on obtient facilement un dépôt dur et solide. Le plomb, le bismuth et le cuivre sont rapidement éliminés, mais une partie de l'arsenic passe sur la cathode.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES.

CHRONIQUE SYNDICALE.

Union des Syndicats de l'Électricité.

Syndicat professionnel des Industries électriques.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

ÉLECTRICITÉ PURE ET APPLIQUÉE.

Travaux scientifiques.



Génération et Transformation.



Transmission et Distribution.

Applications mécaniques.

Traction et Locomotion.



Télégraphie et Téléphonie.

Applications thermiques.

Éclairage.

Électrochimie et Électrométallurgie.

Mesures et Essais.



Variétés.

DIVERS.

Législation, Réglementation.



Chronique financière et commerciale.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS.

ERRATA.

Dans l'article intitulé : *Les constantes pratiques du tube Coolidge à rayons X*, publié page 342 du numéro du 1er décembre, supprimer, au deuxième alinéa de la première colonne, les mots « et cela sans modifier la quantité émise », les expériences relatées montrant qu'il est impossible de faire varier *indépendamment* la quantité et la qualité des rayons X. Dans la note (2) de la 2e colonne de la même page, au lieu de 7,5 mm, lire : 7,5 cm.

FIN DU TOME XXVI.

57020 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET Cie, quai des Grands-Augustins, 55.

LITTÉRATURE DES PÉRIODIQUES [1]

(1)

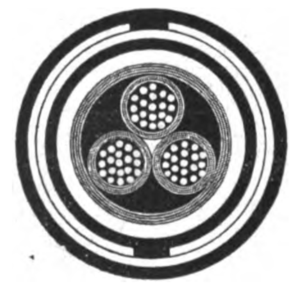
ÉLECTROCHIMIE.

Procédé C. Hansen et A. Weindel pour la transformation de l'acétylène en acide acétique par l'électrolyse (*Brevet américain*, n° 1159376, 9 novembre 1915). — Une cuve électrolytique, divisée en deux compartiments par une paroi poreuse, contient de l'acide sulfurique à 30° B. L'anode est en platine, la cathode en cuivre ou en plomb. L'acide du compartiment cathodique est additionné de 1 à 2 pour 100 d'oxyde mercurique. L'acétylène est amené dans ce compartiment et est transformé en acide acétique. On emploie une densité de courant de 0,25 à 0,75 A : dm² et une tension de 3 à 4,5 volts; la température est maintenue à 30°-40° C. On obtient un bon rendement en acide acétique.

L'utilisation possible de l'acétylène en Suisse: Keel (Communication à la séance du 8 mars 1916 de la Société fribourgeoise des Ingénieurs et des Architectes, *Bull. techn. de la Suisse romande*, 10 mai 1916, p. 91-92). — La Suisse produit annuellement 40 000 tonnes de carbure de calcium, soit un peu plus du huitième de la production mondiale. Après la guerre il y a lieu de s'attendre à ce que les traités de commerce restreignent l'entrée du carbure dans les autres pays, principalement en Allemagne; aussi M. Keel se demande-t-il comment la Suisse pourra utiliser le carbure qu'elle produit. Il voit la solution de cette question dans la substitution de l'éclairage à l'acétylène à l'éclairage au pétrole : les millions de litres de pétrole qu'elle consomme pour l'éclairage, la cuisine et l'alimentation des moteurs Diesel correspondent en effet sensiblement aux 40 000 tonnes de carbure qu'elle produit; la seule difficulté que présente cette utilisation est que la Suisse est jusqu'ici tributaire de l'étranger pour les appareils générateurs d'acétylène et les lampes. — D'autres applications importantes de l'acétylène peuvent se développer; la soudure en particulier peut, comme l'a montré une application à l'école de serrurerie artistique de Bâle, être employée pour la confection économique de certains objets de vente courante. Répondant à une question d'un membre de la Société, l'auteur, en terminant, fait observer que l'éclairage à l'acétylène est plus économique que l'éclairage au pétrole; avec ce dernier une lampe de 40 bougies coûte par heure 0,06 fr, la consommation étant de 3 g par bougie-heure et le pétrole coûtant 0,50 fr le kg; avec un bec à acétylène dépensant 0,3 l : h (bec à incandescence) à 0,7 l : h (bec à flamme libre), soit une moyenne de 0,5 l par bougie et par heure, une lampe de même intensité reviendrait à 0,025 fr par heure, le mètre cube d'acétylène étant compté à 1,25 fr.

Traitement des minerais de fer en Scandinavie (*Industrie électrique*, 10 mai 1916, p. 178). — Deux types principaux de fours sont employés aujourd'hui en Suède et en Norvège : le four Helfenstein et le four Elektrometall. Dans ce dernier le minerai est préalablement chauffé et est partiellement réduit avant d'arriver dans le four électrique proprement dit. — L'énergie électrique, amenée à l'usine sous la tension de 10 000 volts, est fournie au four sous la tension de 80 à 90 volts. La quantité d'énergie consommée par les appareils auxiliaires (moteurs et éclairage) est de 2,25 pour 100 de la fourniture totale. En négligeant les pertes du transformateur les fours utilisent, durant l'opération, environ 90 pour 100 de la puissance fournie et 82 à 83 pour 100 de la consommation totale payée, les pertes comprenant aussi les consommations des jours de fêtes et des arrêts pour réparations; ces pertes baissent si trois ou quatre fours travaillent ensemble. — La consommation de charbon peut être évaluée à 340 kg par tonne de fonte blanche et 370 kg par tonne de fonte grise. La consommation des électrodes varie considérablement, mais elle a été réduite à 3 kg par tonne de fer. La moyenne est 5 à 6 kg. La circulation des gaz dans le four Elektrometall économise la consommation de charbon, mais elle accroît celle des électrodes. — La quantité d'énergie électrique que l'on paie pour produire une tonne de fonte (prenant 82 pour 100 comme base d'utilisation), extraite de minerai à 60 pour 100, monte à 0,3 kw-an, et quand on traite du minerai à 50 pour 100 : 0,36 kw-an. La fonte ainsi obtenue est la fonte brute. Pour faire de la fonte grise de fonderie, il faut environ 0,4 kw-an par tonne.

(1) Abréviations employées pour quelques périodiques : *J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.* *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *T. I. E. S.* *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.



Le zinc électrolytique; W.-R. Ingalls (*Engineering and Mining*, 4 mars 1916; *Génie civil*, 29 avril 1916, p 284-285). — Nous avons déjà signalé dans la *Littérature des Périodiques*, 7 avril 1916, page 35, la communication faite par l'auteur à l'American Electrochemical Society et dans laquelle il faisait ressortir les importants résultats obtenus à Anaconda dans le traitement électrolytique des minerais sulfurés complexes de zinc; *Le Génie civil* donne, d'après une autre source, quelques renseignements sur le procédé utilisé. — Le minerai employé, provenant des mines de Butte, est relativement riche et la solution obtenue en le lavant par l'acide sulfurique dilué, après calcination renferme en moyenne 90 pour 100 du zinc qu'il contient. D'autre part, ce minerai est riche en argent : il en contient environ 600 g à la tonne après concentration. — Le procédé mis en œuvre à Anaconda est très simple et basé sur l'introduction dans l'électrolyte d'une certaine quantité d'oxyde de manganèse qui fait fonction de véhicule pour l'oxygène et rend possible une précipitation totale du fer contenu dans la solution de sulfate de zinc. Le minerai de zinc grillé à une température de 900° C. environ est traité, à une température de 50° à 65° C, avec de l'acide sulfurique dilué, en excès de 5 à 10 pour 100 sur la quantité chimiquement nécessaire. Cet acide dissout le zinc et tous les autres métaux accompagnant ce zinc en même temps qu'un peu de fer. Le sulfate ferreux qui passe dans la solution est presque impossible à précipiter directement en totalité, au moyen des réactifs basiques ordinaires; c'est alors qu'intervient l'oxyde de manganèse, qui se trouve dans la liqueur sous une forme très oxydée: il cède une partie de son oxygène au sel ferreux qui se transforme en sulfate ferrique facile à précipiter, et se dissout lui-même sous forme de sulfate manganeux. On traite ensuite cette solution par du lait de chaux ou de l'oxyde de zinc, de façon à la rendre légèrement basique et l'on y fait passer de l'air finement divisé pour précipiter le fer et quelques autres impuretés, après quoi on la fait passer dans une sorte de moulin à boulets, contenant des boulets en zinc, dans lequel elle se débarrasse du cadmium et du cuivre. A la sortie de ce moulin elle s'écoule dans un bassin de sédimentation, système Dorr, dont les boues passent finalement dans un filtre-presse. La solution épurée provenant d'un bassin de sédimentation et du filtre-presse est versée dans les bacs d'électrolyse où le zinc métallique se dépose sur des cathodes d'aluminium pur. L'acide sulfurique rendu libre par la décomposition du sulfate reste dans la solution et une partie de l'oxygène dégagé en même temps est utilisé pour oxyder le sulfate de manganèse et régénérer le peroxyde de manganèse. La liqueur épuisée en zinc, sortant des bacs d'électrolyse, est additionnée d'une quantité convenable d'acide frais et finalement renvoyée aux bacs de lixiviation. — La batterie d'électrolyse se compose de deux groupes de 21 bacs montés en série. La température de la liqueur est maintenue au-dessous de 70° C., au moyen de serpentins en plomb dans lesquels on fait circuler de l'eau froide. Les anodes sont en plomb pur, les cathodes en aluminium. La densité de courant employée est de 2,5 ampères par décimètre carré et la chute de tension est de 3,8 à 3,4 volts par bac, suivant la teneur en acide de l'électrolyte. Le rendement électrique par rapport à l'intensité du courant consommé est de 93 à 94 pour 100. En 48 heures environ, le poids du zinc déposé sur chaque cathode est de 22,5 kg ; on retire alors les plaques de zinc en les détachant de leur support en aluminium et l'opération recommence.

Procédé Robert Rhea Goodrich pour le traitement électrolytique des minerais de cuivre (*Brevet américain*, n° 1 171 782, 15 février 1916). — La solution provenant du lavage du minerai est chauffée à 50° C, puis passe dans une première série de cuves d'électrolyse, d'où une partie retourne dans la chaudière de chauffe. Une autre partie, celle qui surnage dans la dernière cuve de la première série, est renvoyée dans un second réchauffeur, puis dans une seconde série de cuves d'électrolyse. Une partie de la solution de la dernière cuve est renvoyée dans le réchauffeur de la série, tandis qu'une autre portion est envoyée dans un troisième réchauffeur puis dans une troisième série de cuves. Toutes les cuves des trois séries sont reliées en tension, les électrodes de chaque cuve étant reliées en parallèle. Le nombre des électrodes et par suite la densité du courant est choisi de manière que la teneur en cuivre de la solution de chaque cuve reste constante.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Vérifications de formules thermo-électriques à l'aide de bismuth et d'alliages de bismuth; A.-E. CASWELL (*Physical Review*, 2e série, t. VII, février 1916, p. 269-277). — L'auteur rappelle que le présent travail est la continuation du sujet exposé dans la *Physical Review* de novembre 1911, p. 379 à 402, et qui avait pour but d'appuyer sur des faits expérimentaux la théorie électronique de la thermo-électricité, effet Peltier, effet Thomson et force électromotrice thermo-électrique. Drude, J.-J. Thomson et W. Richardson ont proposé chacun une formule pour rendre compte de ces phénomènes; il s'agit de voir celle qui concorde le mieux avec les résultats de l'expérience. — Nous adoptons toujours les notations du *Recueil de Constantes physiques*. Le dispositif utilisé par l'auteur était combiné de façon à donner simultanément la mesure des trois effets pour du bismuth pur et un alliage de bismuth et d'étain avec une très faible proportion de ce dernier métal. La table ci-dessous contient les résultats de ces mesures.

Alliage. Teneur en étain (en pour 100).........	0	3,75	6,36	9,93
Force électromot. Peltier (en millivolts)........	+19,35	-10,87	-11,67	-10,45
$\frac{n_1}{n_2}$ (Drude)............	1,000	0,550	0,542	0,555
$\frac{n_1}{n_2}$ (Thomson)...........	1,000	0,303	0,293	0,308
Pouvoir thermo-électrique (en microvolts : 0° C.).	+67,2	-35,4	-42,7	-38,0
$\frac{n_1}{n_2}$ (Drude)............	1,000	0,552	0,528	0,543
$\frac{n_1}{n_2}$ (Thomson).........	1,000	0,304	0,279	0,295

Un premier contrôle intéressant et pratique est celui de la formule de Thomson qui donne la force électromotrice de Peltier $e_\theta(A|B)$ en fonction de la température Θ et du pouvoir thermo-électrique des deux métaux à la même température $P_\theta(A|B)$ on a :

$$e_\theta(A|B) = \Theta \times P_\theta(A|B).$$

L'auteur a opéré à $\theta = 20°,7$; d'où $\Theta = 293°,5$ K; les nombres de la ligne 2 se déduisent effectivement de ceux de la ligne 5 multipliés par 293°,5, en remarquant que dans 5 on a des microvolts La formule de Thomson est donc démontrée ainsi que le second principe de la thermodynamique sur lequel elle est basée; de plus il suffit de mesurer l'un ou l'autre des effets. — D'après la théorie électronique de Drude, la force électromotrice de Peltier est donnée par la relation

$$e_\theta(A|B) = \frac{4\alpha\Theta}{3e}\,\text{Log}\,\frac{n_1}{n_2},$$

où α est une constante universelle ou rapport de l'énergie cinétique d'une molécule à sa température absolue Θ ($\alpha = 1,8 \times 10^{-16}$); e, la charge d'un électron; n_1, le nombre d'électrons qui participent au phénomène thermoélectrique par unité de volume de l'alliage et n_2 le nombre correspondant au métal pur. Si le courant passe du métal où n est le plus grand au métal où n est le plus petit, il y aura absorption de chaleur à la soudure. L'équation ci-dessus peut encore s'écrire

$$e_\theta(A|B) = \frac{2R\Theta}{e}\,\text{Log}\,\frac{n_1}{n_2},$$

où R est la constante des gaz pour une molécule-gramme de gaz et est égale à 8,315 joules par 0° C.; ici e représente l'équivalent électrochimique de l'hydrogène, soit 96 470 coulombs par gramme. D'autre part J.-J. Thomson et Richardson ont aussi proposé des formules qui ne diffèrent des précédentes que par le facteur 2 qui n'existe pas. Entre lesquelles opter? Les résultats des mesures de

l'auteur vont précisément trancher la difficulté. Dans le tableau ci-dessus les colonnes $\frac{n_1}{n_2}$ (Drude) et $\frac{n_1}{n_2}$ (Thomson) montrent d'abord que, dans ces deux cas, on obtient toujours des valeurs égales pour les rapports soit que l'on fasse appelle à la force électromotrice Peltier ou au pouvoir thermo-électrique, colonne 3 identique à colonne 6; colonne 4 identique à colonne 7; mais les nombres des colonnes 3 et 4 ne concordent pas. Il faudrait donc encore pouvoir calculer $\frac{n_1}{n_2}$ par une autre méthode. L'auteur se base sur les formules relatives aux conductibilités électrique et thermique. Pour la première on a

$$\sigma = \frac{n e^2 \lambda v}{c R \Theta},$$

λ et v libre parcours moyen et vitesse des électrons; d'où

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{n_1 \lambda_1}{n_2 \lambda_2};$$

pratiquement on peut admettre que le libre parcours moyen est le même pour le métal pur et pour son alliage si la teneur en substance étrangère est faible; enfin, il faut encore supposer que les électrons qui participent aux phénomènes thermo-électriques sont analogues à ceux qui interviennent dans les deux conductibilités, électrique et thermique; on a donc finalement

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Le coefficient de conductibilité thermique est donné par la relation

$$k = \frac{1}{2} n \lambda v R;$$

d'où, avec les mêmes hypothèses,

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Des tables numériques de Schulze, on déduit les valeurs de $\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ et $\frac{k_1}{k_2}$ et l'on constate que ces rapports sont égaux à ceux que donne la formule de Drude pour $\frac{n_1}{n_2}$. C'est donc celle-ci qu'il convient d'adopter. L'auteur discute ensuite les hypothèses auxquelles il faudrait recourir pour faire accepter la formule de Thomson et il conclut que toutes ses tentatives n'ont donné aucun résultat.

La chute cathodique dans les gaz; A. Skinner (*Physical Review*, 2e série, t. V, juin 1915, p. 483-496; t. VI, août 1915, p. 158-165). — L'auteur a esquissé une théorie de la chute cathodique, d'une part, en utilisant les principes connus qui régissent l'ionisation par choc et la mobilité des ions, et, d'autre part, en se basant sur cette idée personnelle que l'accumulation des ions positifs au voisinage de la cathode résulte d'un rebondissement élastique de ces ions quand ils tombent sur la cathode. Nous supposerons dans tout ce qui va suivre que le tube à décharge est placé suivant l'axe des x avec l'anode à l'origine et la cathode à l'abscisse x_c (*voir* le schéma dans le *Recueil de Constantes physiques*, tableau 239). — L'auteur rappelle que les mesures du gradient de potentiel indiquent pour ce dernier un minimum à l'abscisse x_0 dans la lueur négative; il reste à peu près constant jusqu'à l'abscisse x_a caractérisée par une strie à contours très brillants, puis croît jusqu'à l'abscisse x_b, à 1 mm de la cathode, c'est à ce léger intervalle de x_a à x_b que correspond presque toute la chute cathodique. Entre la lueur, gros flocon bleu, et la cathode s'étend l'espace obscur de Hittorf; la cathode elle-même est auréolée d'une gaine très brillante et très mince. La grande différence de potentiel entre la cathode et les couches gazeuses immédiatement en contact avec elles peut s'expliquer par une décroissance considérable de la mobilité des ions en ce point; certains physiciens attribuent aussi cette diminution de la mobilité à l'existence, sur la cathode, d'une pellicule superficielle de très grande résistance. Appelons $\bar{\lambda}$ le libre parcours moyen des électrons; j_n la densité normale du courant; la théorie

de l'auteur conduit à ce résultat que $(j_n \bar{\lambda})^2$ et $\left(\frac{x_i - x_n}{\bar{\lambda}}\right)$ sont constants. Pour le vérifier, on se sert d'un tube cylindrique à hydrogène, parce que ce gaz donne le plus grand écart entre la lueur négative et la cathode; d'autre part, comme à l'aluminium correspond la plus petite et à l'acier la plus grande chute cathodique, on a utilisé successivement ces deux métaux comme cathodes. Les nombres trouvés dans chaque cas confirment bien que les deux expressions sont constantes pour des variations de pression comprises entre 1,12 et 5,5 mm de mercure. Avec l'aluminium $j_n \bar{\lambda}^2 = 0{,}03$ et $\frac{x_i - x_n}{\bar{\lambda}} = 15{,}3$ et avec l'acier on a respectivement 0,0273 et 20,5. D'après la théorie cinétique des gaz, le libre parcours moyen est inversement proportionnel à la pression; le premier résultat indique donc que la densité de courant normale est inversement proportionnelle à $\bar{\lambda}^2$ ou proportionnelle au carré de la pression; le second, que la chute cathodique comptée à partir de la cathode comprend toujours, quelle que soit la pression du gaz, le même nombre de libres parcours moyens de l'électron. La densité de courant normale se déduit de l'intensité pour laquelle la chute cathodique commence juste à croître; l'auteur estime qu'on la définit mieux encore en poussant le tube jusqu'à ce que la lueur négative apparaisse uniformément brillante sur la surface de la cathode et sans la toucher en aucun point. Un autre résultat important obtenu par l'auteur est la courbe de potentiel dans les gaz, résultat qui se traduit par le théorème suivant : le potentiel à une distance de la cathode mesurée par un certain nombre de libres parcours moyens et une fonction simple de $(j\bar{\lambda}^2)$, j étant la densité de courant totale. L'auteur détermine ensuite la mobilité des ions qu'il trouve supérieure à celle admise jusqu'ici et la densité du courant électronique. Enfin il explique la chute cathodique « normale » en remarquant que, tout près de la cathode, la chute augmente avec la densité de courant et que sur le reste de la distance jusqu'à la lueur négative la chute décroît; cette décroissance est due au renforcement du courant électronique par rapport au courant total et a pour conséquence de diminuer la distance de la cathode au point de gradient minimum.

Mesures sur la chute cathodique dans les gaz; W.-L. Cheney et W. Neuswanger (*Physical Review*, 2 série, t. VII, février 1916, p. 241-268). — Ces deux auteurs ont repris les expériences de A. Skinner en opérant d'une part, avec l'hydrogène et des cathodes en aluminium, acier, nickel, zinc et platine et, d'autre part, avec l'oxygène et l'azote et des cathodes en aluminium et acier. Ils ont exactement retrouvé et confirmé les résultats annoncés par le premier expérimentateur.

VARIÉTÉS.

Appareil F.-W. Peek pour le séchage électrostatique de l'huile (*Brevet américain*, n° 1 170 184, 1er février 1916). — L'appareil se compose d'un cylindre de verre ou d'ébonite dans lequel est placé concentriquement un tube métallique muni extérieurement d'ailettes; ce tube n'occupe que la moitié supérieure de l'appareil; la partie correspondante du récipient cylindrique est entourée d'une feuille métallique; cette feuille et le tube sont respectivement reliés au secondaire d'un transformateur établissant entre les armatures une différence de potentiel élevée. L'huile arrive par le tube central puis remonte dans l'espace annulaire compris entre ce tube et le récipient. Elle est alors soumise au champ électrostatique et se trouve attirée par l'électrode interne; mais elle est immédiatement repoussée sur les parois du récipient à laquelle elle adhère en formant une couche qui peu à peu s'écoule au fond du récipient. Lorsque celui-ci est en verre on peut constater que chaque fois qu'une goutte vient toucher l'électrode interne il y a production d'une étincelle. Pour des raisons non expliquées par l'inventeur l'huile qui se rassemble au fond du récipient est complètement privée d'eau; le trop plein de l'huile non épurée s'écoule par un ajutage placé à la partie supérieure du récipient. — D'après des essais faits par la General Electric Company à Schenectady on est parvenu à élever de 23 à 52 kilovolts la tension disruptive dans de l'huile en faisant passer celle-ci dans l'appareil précédent, la différence de potentiel entre les armatures étant de 15 000 volts.

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.
S'adresser : 9, *rue d'Édimbourg, Paris.*

Voir les renseignements donnés page 12 *relativement au service de placement.*

OFFRES D'EMPLOIS.

93. Ajusteurs en petite mécanique de précision. — Un mécanicien-serrurier pour travail facile aux pièces (conviendrait à mutilé). — Apprentis en petite mécanique.

94. Deux bons ajusteurs électriciens connaissant bien l'appareillage électrique. — Un bon outilleur connaissant spécialement l'outillage pour tours à décolleter.

109. Un dessinateur d'outillage. — Deux contremaîtres pour la fabrication d'obus. — Un contremaître d'outillage.

103. Magasinier.

104. Un ingénieur pour bureau d'études.

116. Un commis métreur.

119. Un jeune homme manutentionnaire pouvant faire quelques écritures.

122. Un dessinateur très au courant de l'appareillage électrique.

129. Un dessinateur pour établir projets.

DEMANDES D'EMPLOIS.

310. Ingénieur E. P. E. I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser*, 27, *rue Tronchet.*)

DEMANDES D'EMPLOI.

2720. Ingénieur diplômé de l'Institut électrotechnique de Toulouse ayant déjà rempli le poste d'ingénieur dans une société de construction et d'exploitation demande situation analogue.

2721. Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

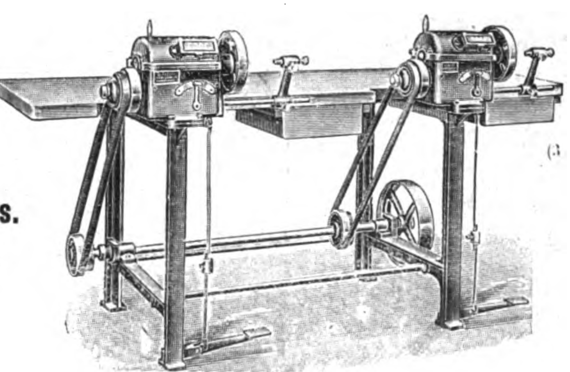
2743. Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.

2749. Directeur gérant d'usine électrique demande place analogue.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2753. Ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité demande place de chef de service dans construction ou exploitation de réseaux et installations électriques.

2754. Ingénieur I. D. N. demande place de chef de réseau.



PETITES NOUVELLES

Le XIVe Concours Lépine. — Fondé en 1901 à l'instigation de M. Lépine, ce Concours a pour but, ainsi qu'on le sait, de faire connaître au public les petites inventions récemment réalisées dans toutes les branches de l'industrie, sauf celles de l'alimentation. Chaque année son succès a été grandissant; il importe que cette année, en vue de la reprise économique, ce succès s'affirme encore plus grand et c'est pourquoi sur la demande de l'Association des petits Fabricants et Inventeurs français, organisatrice du Concours, nous engageons les électriciens à prendre part au Concours qui aura lieu du 25 août au 4 octobre aux Salles du Jeu de Paume et leurs dépendances, dans le Jardin des Tuileries.

Les intéressés n'ont qu'à s'adresser à l'Association des petits Fabricants et Inventeurs français, 151, rue du Temple, Paris (téléph. : Archives, 20-82) pour recevoir franco le règlement de ce Concours dont les taxes sont des plus modestes.

La rééducation professionnelle des mutilés de la guerre. — Cette question est de la plus haute importance pour l'industrie française en raison de la pénurie actuelle de la main-d'œuvre, pénurie qui d'ailleurs sera sans doute relativement plus générale encore après la démobilisation par suite des nombreux travaux urgents qu'il faudra entreprendre. Or, malgré ses répercussions industrielles, la rééducation professionnelle des mutilés n'a guère été envisagée jusqu'ici qu'au point de vue philantropique et social. L'Association française pour le développement de l'enseignement technique a pensé qu'il convenait de placer la question sur son véritable terrain et dans ce but a tenu, le jeudi 15 juin, dans le grand amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, une séance à laquelle étaient invitées toutes les personnes intéressées à sa solution. La majeure partie de la séance a été occupée par la lecture d'un rapport de M. Loisif, ingénieur des Arts et Manufactures et secrétaire adjoint de l'Association, où le rapporteur a successivement développé les multiples aspects sous lesquels peut être envisagée la rééducation professionnelle des mutilés, puis à faire connaître les tentatives faites jusqu'ici pour la réaliser ainsi que les résultats qui ont été obtenus. Cette lecture fut suivie d'une discussion animée où furent exprimées diverses opinions et propositions qui engagèrent le bureau de l'Association à poursuivre l'étude de la question par des enquêtes et de nouvelles discussions publiques.

La question ne se rattachant au domaine de l'électricité que par des liens d'ordre trop général pour que nous puissions lui consacrer dans ce journal la place qu'elle mérite, nous nous bornerons à engager ceux de nos lecteurs qu'elle intéresse à s'adresser à l'Association française pour le développement de l'enseignement technique, 31, rue de Bourgogne, Paris.

Exposition de verreries, porcelaines, etc., de laboratoire de fabrication française. — Depuis de nombreuses années nous étions tributaires de l'Allemagne pour la verrerie et la porcelaine de laboratoire. Grâce aux efforts accomplis par nos industriels depuis le début des hostilités, notre industrie se trouve maintenant capable de satisfaire à nos besoins pour tout ce qui concerne cette spécialité. La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, à l'instigation de laquelle ces efforts ont été tentés, a voulu faire connaître leurs résultats aux intéressés et dans ce but elle a organisé dans son hôtel de la rue de Rennes une exposition de produits de fabrication exclusivement française. Cette exposition a eu lieu les 11, 12, 13 et 14 juin. De l'avis des personnes compétentes le but des efforts des fabricants verriers et porcelainiers est dès aujourd'hui atteint.

C'est là un exemple qui demande à être suivi par d'autres branches de l'industrie.

Concurrence aux produits allemands et austro hongrois en Espagne — Le Consul général de France à Barcelone communique à l'Office national du Commerce extérieur une liste des articles que les Allemands fournissaient avant les hostilités aux grands magasins « El Siglo » analogues au « Bon Marché » et peut-être les plus importants d'Espagne.

Parmi les articles se rattachant à l'Industrie électrique nous relevons les suivants : Instruments de précision pour arts et métiers; Moteurs à vapeur, à électricité; Lampes électriques de poche; Lampes électriques laiton pour mettre sur les tables; Piles sèches pour lampes électriques; Jouets : chemins de fer à vapeur, à électricité; matériel de chemins de fer.

TRACTION.

Le plus pressant des problèmes de l'électrotechnique nationale : L'électrification des chemins de fer; GIOVANNI ANZINI (*Elettrotecnica*, 25 mars 1916, p. 170-173). — Communication faite à la séance du 28 janvier 1916 de la section de Milan de l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

L'équipement des lignes aériennes triphasées des chemins de fer électriques italiens; Carlo Maurilio LERICI (*Génie civil*, 13 mai 1916, p. 305-310, 15 figures). — Les premières lignes électrifiées en courants triphasés furent celles de la Valteline; cette électrification remonte à 1902. En 1910 fut électrifiée la ligne principale des Giovi, qui aboutit à Gênes; 4 ans plus tard ce fut le tour de la seconde ligne des Giovi, dite « succursale ». Dans l'intervalle, en 1912, fut électrifiée la ligne du Mont Cenis; en 1914, la ligne Savona-Ceva; en 1915, la ligne Monza-Lecco; enfin, au début de 1916, la ligne Turin-Pinerolo, de 37 km, et celle Sampierdarena-Savona, de 40 km; au total 700 km environ de lignes électrifiées depuis 14 ans, dont presque 600 km dans le cours des trois dernières années. Dans le cas des premières lignes (Valteline et Giovi), l'administration des Chemins de fer exploitait elle-même l'installation complète, à commencer par la station centrale fournissant l'énergie; pour les lignes suivantes (Mont Cenis et Savona-Ceva) l'exploitation de l'État commençait aux sous-stations de transformation; enfin dans toutes les exploitations plus récentes, l'exploitation est limitée à celle de la ligne secondaire, l'énergie étant achetée par l'État à des usines particulières, à la sortie des sous-stations. Par suite de ces conditions les éléments qui tendent à s'uniformiser sont surtout ceux concernant les lignes de contact et les locomotives. Actuellement, sur les 700 km de voies électrifiées, circule un type presque unique de locomotives, la machine du groupe E 550, dont 150 unités environ sont en service, représentant une puissance totale de 300 000 chevaux; la même unification tend à se produire dans l'installation des lignes secondaires de contact. — Ce sont ces lignes de contact qui sont examinées dans l'article qui nous occupe. L'auteur considère d'abord la suspension, laquelle est, comme on sait, transversale; il indique la disposition des poteaux, leurs intervalles, décrit l'archet de suspension; il signale ensuite les modifications qu'on a dû faire subir à ces dispositions générales pour l'équipement dans les stations et sous les tunnels. M. Lerici aborde alors la description des isolateurs (isolateurs en ambroïne, isolateurs Brown-Boveri, isolateurs type Ferrovie dello Stato, isolateur type Succursale, isolateur de section). La troisième partie de l'article décrit les appareils électriques de changement de voie (appareil type Ferrovie dello Stato, appareil anglais, appareil Donati, appareil Spinelli) qui, dans le cas de la traction triphasée, constituent la partie la plus délicate de l'installation.

Résultats de l'électrification du tunnel de Saint-Clair (*Electric Railway Journal; Industrie électrique*, 25 avril 1916, p. 141-142). — C'est en 1908 que fut électrifié le tunnel du Great-Trunk, sous la rivière Saint-Clair, entre Port Huron dans le Michigan et Sarnia dans l'Ohio. La traction s'y fait au moyen de six locomotives Westinghouse de 66 tonnes, à courant alternatif simple à 3300 volts. Deux locomotives peuvent remorquer un train de 1000 tonnes à la vitesse de 16 km : h sur la rampe de 2 pour 100 du tunnnel. Le directeur de cette ligne, M. W.-D. Hall, donne dans l'article qui nous occupe les résultats de l'exploitation des six dernières années; en voici quelques-uns. — La dépense moyenne annuelle d'entretien des six locomotives électriques a été de 55 655 fr; celle des quatre locomotives à vapeur qu'elles ont remplacées était de 105 865 fr. La dépense moyenne par voiture remorquée dans le tunnel, sur une distance de 8 km environ, a été de 0,861 fr; avec la traction à vapeur, elle était de 1,332 fr. quoique les voitures utilisées aujourd'hui

(1) Abréviations employées pour quelques périodiques : *J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.* *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *T. I. E. S.* *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

aient une capacité plus grande que celles que l'on employait en 1907 et en 1908. Les machines électriques peuvent être utilisées pendant 90 pour 100 du temps. Le parcours annuel des six locomotives électriques est en moyenne de 334 096 km, soit de 55 682 km par locomotive. Les collecteurs font un parcours de 96 000 à 159 168 km, sans avoir besoin d'être tournés à nouveau. Depuis qu'on a graissé les bandages au moyen d'un appareil électro-pneumatique, imaginé par M. Hall, des bandages, que l'on devait auparavant tourner après 40 000 km. ont déjà fait un parcours de 294 400 km depuis la dernière fois qu'ils ont été tournés et sont encore en ser vice. Certains bandages, qui devaient être tournés à nouveau après un parcours de 19 200 km, n'ont plus besoin de l'être qu'après un parcours de 132 800 km. — Les retards de trains, qui se sont produits en petit nombre, étaient dus principalement à des défauts d'isolation. Les isolateurs des fils de suspension ont été entourés de pièces en fibre, qui les protègent contre la pluie et la fumée des locomotives; on a augmenté l'isolement entre les fils et le sol, et l'on a employé un type d'isolateur plus facile à remplacer en cas de rupture. Dans les premiers temps, des oiseaux qui venaient se poser sur les parafoudres occasionnaient des courts circuits; on a remédié à cet inconvénient en disposant, au-dessus des plaques entre lesquelles éclate l'étincelle de la foudre, des pièces de porcelaine. — La dépense moyenne par kilomètre de la canalisation aérienne, qui a une longueur totale de 19 km., a été de 307 fr pour la main-d'œuvre et de 225 fr pour les matériaux. — La dépense annuelle de combustible pour les locomotives à vapeur était de 213 645 fr; elle a été de 85 930 fr pour la traction électrique, quoique le trafic oit augmenté.

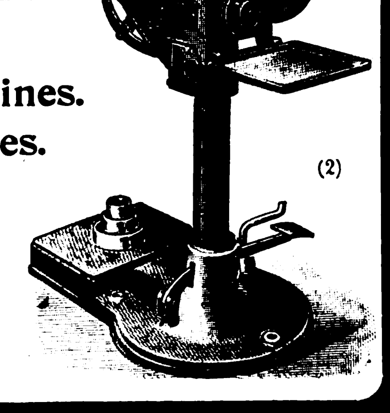
Les avantages économiques des tramways urbains à 1200 volts; FORTENBAUGH (*Electric Railway Journal; Industrie electrique*, 10 mai 1916, p. 164). — A un meeting de la Public Utilities Association de West Virginia, M. Fortenbaugh a fait une conférence sur l'économie réalisée en employant une tension de 1200 volts, au lieu de 600 volts, pour les tramways interurbains, les désavantages n'étant pas importants. Il a étudié les frais d'établissement et d'entretien dans les deux cas, pour une ligne de 40 km reliant deux villes, ayant chacune 8 km de voies; le trafic étant assuré par des voitures pesant 30 tonnes et marchant entre les villes à la vitesse de 32 km : h; départ toutes les heures, entre les deux villes; durée journalière du service, 18 heures. Avec 1200 volts il faut une sous-station de 600 kw, tandis qu'avec 600 volts il en faut trois, ayant chacune une capacité de 300 kw; les facteurs de charge sont respectivement de 20 et 13,5 pour 100, et le rendement en énergie de 77 et 70 pour 100. L'énergie économisée journellement par l'emploi de la tension de 1200 volts est de 350 kw-h, soit 10,4 pour 100 du total. En produisant directement du courant continu à 1200 volts, au lieu d'employer un transport d'énergie à courant alternatif, l'économie de puissance est de 35,5 pour 100 environ. En comptant une consommation journalière de 2700 kw-h au trolley et 0,05 fr par kilowatt-heure, l'économie journalière est de 67,5 fr, soit de 21 650 fr par an. Dans le cas de transport d'énergie par courant alternatif, l'économie est due à l'amélioration du facteur de charge; l'économie est alors de 17,5 fr par jour ou 6400 fr par an. En comptant 500 fr par mois, dans une sous-station, pour le personnel, l'entretien, etc., l'économie annuelle due à l'emploi de la tension de 1200 volts est de 12 000 fr. L'économie totale annuelle est donc de 24 650 fr, dans le cas où le courant continu est produit directement, et de 18 400 fr dans le cas d'un transport d'énergie par courant alternatif, soit en comptant un intérêt de 5 pour 100, une économie de première mise de 368 000 ou 491 000 fr. M. Fortenbaugh estime que l'emploi de la tension de 1200 volts permet une économie de 10 à 12 pour 100 dans les installations électriques des voitures et de la voie (feeders, trolleys, éclisses).

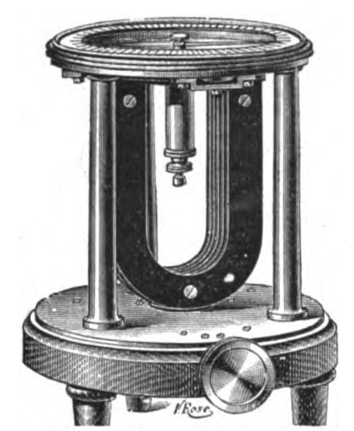
Chariot-transbordeur à commande hydro-électrique de la gare de Moor street, à Birmingham, Angleterre (*Engineering*, 10 mars 1916; *Génie civil*, 6 mai 1916, p. 289-292, 10 figures). — Dans la gare des marchandises de Morr street, du Great Western Railway, la plupart des quais sont en contre-bas des voies sur lesquelles circulent les trains, et les wagons destinés à être chargés ou dé

chargés à ces quais doivent y être descendus au moyen de monte-charges de 20 à 30 tonnes installés en différents points de la gare. Le transport ultérieur de ces wagons entre les monte-charges et les voies des quais doit être assuré par trois transbordeurs d'une capacité de 30 tonnes, dont le plus important vient d'être installé. Comme la gare ne dispose d'énergie électrique que sous forme de courants triphasés sous 440 volts 25 p : sec, et qu'on craignait que les moteurs électriques triphasés n'eussent pas la souplesse suffisante pour obtenir un démarrage facile et des arrêts rigoureux aux points voulus, on a adopté une commande des essieux par huile sous pression, système Compayne (Hele-Shaw). L'huile est comprimée par une pompe Hele-Shaw à sept cylindres rayonnants, à débit réglable, commandée par un moteur électrique triphasé de 50 chevaux, 700 t : min, et cette huile agit sur deux moteurs hydrauliques actionnant les essieux. — Le transbordeur est formé de trois plates-formes indépendantes. Sur la plate-forme du milieu se trouvent : le mât de prise de courant, le moteur électrique, la pompe à huile, les moteurs à huile et le cabestan servant à la manœuvre des wagons; d'une longueur de 6,15 m, elle est portée par huit roues, roulant sur quatre rails et montées sur deux essieux reliés par engrenages aux deux moteurs à huile. Les deux autres plates-formes, de même longueur, mais plus basses et portées chacune sur huit roues, reçoivent les wagons à transborder; elles sont reliées à la plate-forme centrale par des crochets d'attelage permettant l'entraînement des plates-formes latérales, simultanément ou séparément, dans un sens quelconque.

Les stations de recharge pour électromobiles; A. Truebelhorn (*Das Elektromobil*, n° 3; *Bull. de l'Assoc. suisse des Électriciens*, février 1916, p. 57-58). — En vue d'augmenter la charge des usines génératrices on a souvent préconisé la création de sous-stations publiques servant à la recharge des accumulateurs des voitures électriques. L'auteur fait tout d'abord remarquer que la charge d'une batterie durant environ 6 heures, il conviendra de prévoir la possibilité du remplacement d'une batterie déchargée par une batterie chargée. Mais en raison de la diversité des types de batteries utilisées sur les automobiles électriques, cette opération ne peut être envisagée qu'exceptionnellement pour le moment. Le rôle actuel des sous-stations de rechargement serait donc de fournir seulement un complément de charge aux électromobiles pour leur permettre d'augmenter le parcours qu'elles peuvent normalement effectuer. Pour déterminer à quelle distance des villes doivent être érigées ces sous-stations et quelle puissance il convient de leur donner, M. Tribelhorn publie le tableau ci-joint où sont indiqués, pour divers types de voitures, les parcours, les vitesses, l'intensité et la tension du courant de charge et l'énergie emmagasinée pendant une charge. Les parcours indiqués sont relatifs à une route en terrain accidenté mais sec; ils peuvent être augmentés de 20 pour 100 sur une bonne chaussée goudronnée, mais par contre ils peuvent se trouver réduits de 30 à 50 pour 100 si la route est mauvaise et boueuse. Des chiffres de ce tableau M. Tribelhorn conclut que, pour remplir leur but, les stations de charges complémentaires doivent être distantes de 15 à 20 km de la ville.

Type.	Parcours en km pour une charge.	Vitesse moyenne en km : h.	Courant de charge maximum Amp.	Volts.	Énergie à la charge en kw-h.
Voiture de médecin à 2 places...	60- 80	22-23	20- 30	108	20
Taxi-auto.......	80-100	22-26	40- 50	118	30-35
Omnibus d'hôtel.	40- 60	18-22	30- 40	118	25-35
Camion de 1 t...	60- 80	16-22	30- 40	108	25-30
Camion de 2 t...	50- 70	15-20	40- 50	108	30-35
Camions de 3 t..	50- 60	14-18	50- 60	118	40-50
Camion de 4 à 5 t.	40- 60	13-17	60- 80	118	65-75
Voiture de livraison de 1,5 t...	100-120	17 22	80-100	108	70-80
Voiture de livraison de 2,5 t...	80-100	16-22	80-100	108	70-80


(2)


Hystérésimètre Blondel-Carpentier.

Ateliers Ruhmkorff
INSTRUMENTS de PRECISION

J. CARPENTIER

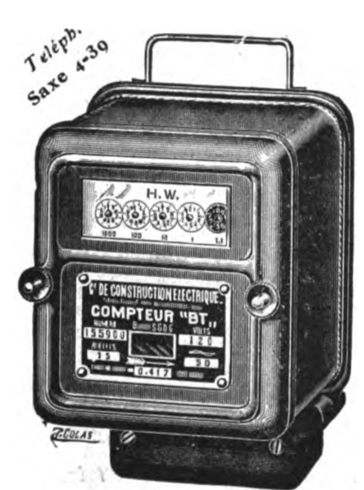
20, rue Delambre, PARIS. — *Téléphone* 705-65

MESURES ÉLECTRIQUES

ÉTALONS — BOITES de RÉSISTANCES
POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone — Ponts de Thomson
GALVANOMÈTRES de tous systèmes
OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES de tous systèmes, pour courants continus ou alternatifs
MODÈLES de TABLEAUX
MODÈLES de CONTROLE
BOITES de CONTROLE
ENREGISTREURS

ÉLECTROMÈTRES
pour toutes tensions jusque 200.000 volts
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles — Logomètres
OHMMÈTRES
Installation de mesures d'isolement
APPAREILS POUR LES ESSAIS MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES, INDICATEURS OU ENREGISTREURS
Modèles à couple thermo-électriques et à résistances

Téléph. Saxe 4-39



COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système "BT", breveté S. G. D. G.
Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc. Employés par la Compagnie Parisienne d'Electricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.

Plus de 300000 appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu et alternatif
Transformateurs de Mesure - Compteurs horaires

ÉMILE HAEFELY & Cie S. A., BALE (SUISSE)

Isolants pour l'Électricité.

Adr. télégr. MICARTA - BALE.

SPÉCIALITÉS

TUBES EN BAKÉLITE-MICARTA de toute épaisseur.
Longueurs maxima : 1000 mm. de 4 à 8 mm. de diamètre interne et 1700 mm. à partir de 8 mm. de diamètre interne.

CYLINDRES EN BAKÉLITE-MICARTA pour n'importe quelle tension pour transformateurs dans l'air ou dans l'huile.

PLAQUES EN BAKÉLITE-MICARTA
Epaisseur 1 à 20 mm. ;
Grandeur maxima 1250 × 2000 mm.

Indéformables dans l'air et dans l'huile jusqu'à 170° C.
Tension d'essai 10 000 volts par millimètre d'épaisseur.

CYLINDRES EN HAEFELYTE POUR TRANSFORMATEURS pour n'importe quelle tension.

PLAQUES EN HAEFELYTE
Epaisseur 1 à 20 mm. ;
Grandeur maxima 1500 × 2000 mm.

Indéformables dans l'huile et dans l'air jusqu'à 120° C.
Tension d'essai 12 000 volts par millimètre d'épaisseur.

MICARTAFOLIUM en rouleaux (création de la maison) pour l'isolation de bobines faites sur gabarit et pour la confection de caniveaux pour dynamos.

CANIVEAUX EN MICANITE pour machines à haute tension.

BORNES HAUTE TENSION de type spécial.
Fabrication en série normale pour tensions de régime jusqu'à 200 000 volts.

RÉFECTION COMPLÈTE DES ENROULEMENTS des machines haute tension et transformateurs de construction, puissance et tension quelconques, suivant procédés spéciaux. Compoundage.

RÉPARATION de Machines électriques et Transformateurs.

Laminage et Tréfilerie de Cuivre.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Amplificateur magnétique pour radiotéléphonie; E.-F.-W. ALEXANDERSON et S.-P. NIXDORFF (Communication à l'Institute of Radio Engineers, de New-York; *Electrician*, 28 avril 1916, p. 104). — Cet appareil permet d'influencer les courants de haute fréquence en faisant varier la saturation du noyau de fer d'une inductance insérée dans le circuit. Il peut être connecté en série ou en parallèle avec un alternateur producteur de courants à haute fréquence. Des oscillogrammes sont donnés qui montrent les résultats obtenus avec un alternateur de 75 kw.

Étude comparative du fonctionnement des circuits de charge à génératrice monophasée employés dans les postes de télégraphie sans fil à étincelles et d'un système employant une génératrice triphasée; V. BOUCHARDON (*Lumière électrique*, 29 avril et 6 mai 1916, p. 97-106 et 121-129). — Dans les systèmes de radiotélégraphie dits « à étincelles » on fait naître inductivement dans l'antenne un courant de haute fréquence amorti, en utilisant la décharge oscillante d'une batterie de condensateurs dans le primaire d'un transformateur Tesla ou Oudin, dont le secondaire est en série dans l'antenne. La charge accumulée dans le condensateur disparaissant à chaque décharge oscillante, absorbée par le rayonnement et les diverses pertes concomitantes, il faut la reconstituer aussitôt; c'est le rôle du circuit de charge. On peut faire appel à une quelconque des sources d'électricité employées dans l'industrie. Il faut remarquer toutefois que l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes employées impose le choix de capacités relativement faibles qu'il faut donc charger à haute tension pour avoir une énergie suffisante. Cette considération écarte, à peu d'exceptions près, l'emploi de sources à force électromotrice continue à haute tension, peu pratiques et peu économiques. En fait on s'en tient actuellement, pour les postes de quelque importance au courant alternatif simple, où la haute tension est facilement obtenue par l'emploi de transformateurs statiques. Le circuit de charge comprend donc un alternateur associé à un transformateur élévateur, et généralement une bobine de self à coefficient variable, nécessaire à l'obtention d'un réglage optimum. — Malgré la complexité que présente le régime de marche par suite de la discontinuité créée par l'étincelle, il est cependant possible d'étudier analytiquement ce régime en faisant quelques hypothèses simplificatrices, qui sont : 1° la force électromotrice de l'alternateur est sinusoïdale; 2° la réaction d'induit de l'alternateur se réduit à une simple impédance de valeur constante quelle que soit la charge et l'instant considéré, ce qui revient à attribuer au circuit un coefficient de self-induction constant; 3° toutes les pertes du circuit sont proportionnelles au carré de l'intensité; 4° on fait abstraction du transformateur, M. Blondel ayant démontré qu'un transformateur sans fuite équivaut à la substitution au condensateur de capacité C existant dans le circuit, d'un autre condensateur dont la capacité est le produit de C par le carré du rapport de transformation du transformateur. — Partant de ces hypothèses, M. Bouchardon établit les équations du circuit, étudie le régime à décharges régulières de l'émission musicale et fait une application numérique dans le cas où le courant d'alimentation est simplement alternatif et montre que dans l'exemple envisagé il est impossible d'obtenir simultanément une puissance élevée et un bon rendement, ces deux quantités variant en sens inverse. Il examine ensuite le cas où l'alternateur est triphasé, compare ce cas à celui où l'alternateur est monophasé et donne une application numérique qui le conduit à la conclusion finale qui suit : la substitution du triphasé au monophasé permet d'obtenir du même matériel, avec une fatigue moindre, une énergie légèrement supérieure avec une augmentation relative du rendement électrique de 35 pour 100.

Créons l'industrie téléphonique; T. BORMIDA (*Elettrotecnica*, 15 mai 1916, p. 296).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

Four Herbert C. Harrison pour la fabrication des ferro-siliciums (*Brevet américain*, n° 1 171 719, 15 février 1916). — C'est un four à chauffage mixte par le coke et par l'électricité. Le four électrique proprement dit, placé à la partie inférieure de la cuve cylindrique où le chauffage est fait au coke, comporte douze électrodes disposées suivant une circonférence.

Fabrication électrolytique du zinc (*Engineering and Mining Journal; Revue générale des Sciences*, 15 avril 1916). — Après des essais poursuivis aux Mines d'Anaconda avec une petite installation produisant 5 à 6 tonnes par jour, on a décidé la construction d'une installation beaucoup plus considérable, qui produira 35 000 tonnes par an. Voici le procédé employé à Anaconda et qui a donné de bons résultats. Le minerai concentré est soumis au grillage, de façon à produire une masse calcinée contenant 2 à 3 pour 100 de soufre. Cette masse, après refroidissement, est traitée par une solution contenant de l'acide sulfurique, qui dissout le zinc et un peu de fer. On ajoute un peu de bioxyde de manganèse pour oxyder le fer, qui est précipité par l'addition d'un peu de calcaire pulvérisé. Tout l'arsenic et l'antimoine sont entraînés avec le précipité d'hydrate ferrique. La solution résultante ne contient que du zinc, du cadmium et du cuivre; elle est séparée du résidu par filtration. Le résidu contient le plomb, l'argent, l'or et une partie du cuivre présent à l'origine. La solution est traitée par du zinc métallique pour précipiter le cuivre et le cadmium, puis elle est pompée à travers un filtre-presse clarificateur dans un réservoir, d'où elle se rend aux bacs électrolytiques. Là le zinc est déposé sur des plaques d'aluminium, d'où on l'enlève toutes les 48 heures. La solution des bacs contient de l'acide sulfurique et sert au traitement d'une nouvelle charge de minerai calciné. On peut produire du zinc électrolytique à 99,95 pour 100 de zinc, et d'après M. Laist, chimiste des usines d'Anaconda, le contrôle des impuretés, y compris le cadmium, serait plus facile que dans le procédé par fusion.

Procédé Otto Best pour le traitement électrolytique des minerais de zinc (*Brevet américain*, n° 1 154 602, 28 septembre 1915). — La caractéristique du procédé est que l'électrolyse est effectuée sur du sulfate de zinc d'un très haut degré de pureté. — Le minerai est lavé avec de l'acide sulfurique étendu. Le fer, l'alumine et la silice sont éliminés de la solution par addition de chaux et filtration; le manganèse est ensuite éliminé par addition de permanganate de calcium en présence de chaux ou de carbonate de calcium; le cuivre est éliminé par addition de zinc granulé. Après filtration on a une solution de sulfate de zinc pratiquement pure que l'on soumet à l'électrolyse. Cette opération donne du zinc et de l'acide sulfurique. Quand la proportion d'acide devient trop forte on enlève l'électrolyte et on le fait passer sur l'oxyde de zinc obtenu en traitant par de la chaux la solution pure de sulfate provenant du minerai. On a ainsi une nouvelle solution neutre que l'on envoie aux cuves d'électrolyse et l'ensemble des opérations se renouvelle d'une manière continue.

Procédé Otto Best pour le traitement électrolytique des fumées de fonderies de zinc (*Brevet américain*, n° 1 154 601, 28 septembre 1915). — Ces fumées donnent un dépôt qui renferme de 30 à 35 pour 100 de zinc sous forme d'oxyde et de sulfate. Dans le procédé Best ce résidu est grillé à une température inférieure à celle de la décomposition du sulfate, ce qui détruit les matières organiques, fait partir l'arsenic, transforme le fer en oxyde pratiquement insoluble dans les acides faibles et transforme les faibles quantités de sulfures en oxydes ou en sulfates. La matière grillée est lavée par une solution faible d'acide sulfurique et l'on obtient une solution de sulfate de zinc que l'on purifie par additions d'oxyde de zinc et de sulfure de sodium, faites simultanément ou successivement suivant la nature des impuretés présentes. Une petite partie de ce sulfate est envoyée aux cuves électrolytiques la majeure partie est traitée par une solution alcaline qui donne un précipité d'oxyde de zinc, lequel est lavé pour enlever les impuretés solubles. Cet oxyde pur est mis dans des récipients à double

fond où l'on fait circuler la liqueur acide sortant des cuves d'électrolyse.

Méthode pour déterminer, au moyen du four électrique, la proportion de zinc restant dans les résidus de fabrication; WOOLSEY MC A. JOHNSON (*Metallurgical and Chemical Engineering*, 1er avril 1916, p. 395). — Un poids connu de résidu est mélangé avec du coke; le mélange est placé dans un creuset de platine où l'on fait arriver un courant de gaz d'éclairage et qui est disposé dans un petit four électrique de 20 kw alimenté par un courant sous 15 à 45 volts. On élève progressivement la température à 1600° C. Le zinc contenu dans le résidu, ainsi qu'une partie du plomb d'ailleurs, est réduit à l'état de vapeur métallique que l'on condense sur une éponge d'amiante contenue dans une cheminée surmontant le creuset. On traite ensuite l'éponge d'amiante par un acide dilué et l'on détermine la quantité de zinc qu'elle renfermait soit par la mesure du volume d'hydrogène dégagé dans la réaction, soit par une analyse chimique quantitative de la solution obtenue.

Four électrique Alois Helfenstein pour l'obtention du zinc (*Brevet américain*, n° 1 167 998, 11 janvier 1916). — Le four est construit de manière à diminuer la perte de zinc qui se produit dans les fours ordinaires par suite de la réaction de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique sur le zinc en vapeurs. Pour cela le four est muni de carneaux convenablement placés de facon à séparer la vapeur de zinc des gaz provenant de la réduction du minerai. Ces gaz sont d'ailleurs utilisés pour chauffer la charge introduite dans le four avant qu'elle n'arrive dans la zone de réduction.

Le raffinage électrolytique du cuivre aux États-Unis; Lawrence ADDICKS (Rapport au Congrès international des Ingénieurs à San-Francisco, septembre 1915, *Génie civil*, 22 avril 1916, p. 270). — La production du cuivre électrolytique qui, en 1896, n'était que de 114 000 tonnes, est passée, en 1914, à 714 800 tonnes. D'après M. Addicks, le développement de cette industrie aux États-Unis peut se diviser en trois périodes : la première caractérisée par l'introduction des moyens mécaniques pour la production des électrodes, avec l'établissement de la Raritan Cooper Works en 1898; la seconde période, qui dura six années, pendant laquelle les efforts furent dirigés vers l'augmentation de la production des usines et la dernière où l'on perfectionna le processus du raffinage. — Actuellement le raffinage se pratique suivant deux modes : celui en série et le système multiple dû à Walker, qui fut assez perfectionné pendant ces dernières années. — Grâce à l'établissement de fours de 27 tonnes employés pour la fusion du cuivre, le coût du raffinage a été réduit de moitié. L'alimentation des fours est faite mécaniquement et avec une vitesse de 13,5 tonnes à l'heure. Le régime est accéléré, non seulement par l'envoi dans le four de l'air comprimé, mais encore par l'aspiration des produits de la combustion. La consommation de combustible, qui était de 20 pour 100 dans les fours de 18 tonnes, est descendue à 10 pour 100 pour ceux de 27 tonnes. Le brassage du cuivre fondu se fait à l'air comprimé. La proportion de scorie, qui était de 4 pour 100 est réduite actuellement à 1 pour 100, grâce à l'exclusion de la silice dans les matériaux de revêtement des fours et à l'emploi de briques de magnétite et d'oxyde de chrome. De plus, afin d'éviter l'oxydation du cuivre fondu, le combustible employé est du coke exempt de soufre ou de l'anthracite, en place du charbon de bois pulvérisé. — Les dimensions des anodes sont de 0,90 m et quelquefois de 1,20 m. Leur nombre est de 26 à 32 par bain. La densité du courant est de 20 ampères par 930 cm² et le rendement électrique atteint 90 pour 100. Avec des anodes en cuivre à 99 pour 100 de cuivre et avec un électrolyte contenant 2,5 à 3 pour 100 de sulfate de cuivre et 12 pour 100 d'acide sulfurique libre, on obtient un résultat satisfaisant, même si la proportion du nickel, de l'arsenic et des autres impuretés est grande. Pour que la cathode garde une surface lisse, on adjoint à l'électrolyte de la gélatine animale ou quelque autre substance organique en faible quantité. L'épuration de l'electrolyte s'obtient en extrayant journellement une partie du liquide d'où l'arsenic et le cuivre sont extraits au moyen d'anodes insolubles. La boue, ainsi recueillie au fond des bains et contenant les impuretés qui viennent se déposer sur les anodes, est traitée en vue de la récupération des métaux précieux. Malheureusement, on cherche encore un mode de récupération par

ANCIENNE MAISON MICHEL & CIE

COMPAGNIE POUR LA

Fabrication des Compteurs

ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme : Capital 9 000 000 de Francs.

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

MODÈLE B pour Courants continu et alternatif.
H G A MERCURE pour Courant continu.
O' K pour Courant continu.
A. C. T. pour Courants alternatif, diphasé et triphasé.

Compteurs suspendus pour Tramways.
Compteurs sur marbre pour tableaux. — Compteurs astatiques.
Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maxima, à dépassement.
Compteurs pour charge et décharge des Batteries d'Accumulateurs.
Compteurs à tarifs multiples (Système Mähl). — Compteurs à paiement préalable (Système Berland).

A. C. T. III

Adresse télégraphique
COMPTO-PARIS



Téléphone
SAXE :
71-20, 71-21, 71-22





APPAREILS DE MESURES

Système MEYLAN-d'ARSONVAL



INDICATEURS & ENREGISTREURS pour courant continu et pour courant alternatif, thermiques et électromagnétiques.
Appareils à aimant pour courant continu.
Appareils indicateurs à Cadran lumineux.
Fluxmètre Grassot, Ondographe Hospitalier. Boîte de Contrôle.

Voltmètres - Ampèremètres - Wattmètres

La Maison reste ouverte pendant la durée des hostilités et est en mesure de fournir tout le matériel qui lui sera commandé.

voie humide, le traitement par voie sèche donnant des pertes notables.

La détermination électrolytique du cuivre dans les cupromanganèses; Emil D. Koepping (*Metallurgical and Chemical Engineering*, 15 avril 1916, p. 441-442). — Dans la détermination électrolytique du cuivre en présence d'une notable quantité de manganèse, il y a dépôt simultané du cuivre à la cathode et du manganèse à l'anode et il en résulte des causes d'erreurs. Comme la détermination électrolytique du manganèse ne présente pas d'intérêt, l'auteur a cherché s'il ne serait pas possible de trouver des procédés permetttant de déposer le cuivre à la cathode sans déposer le manganèse à l'anode. En s'inspirant des travaux de Mc Cay sur la séparation du cuivre et du plomb de l'antimoine, il a réussi à trouver plusieurs procédés remplissant cette condition. Ce sont ces procédés qu il décrit dans l'article qui nous occupe.

MESURES ET ESSAIS.

Nouveaux abaques pour la détermination du facteur de puissance par la méthode des deux wattmètres; A.-U. Lanzerotti (*Elettrotecnica*, 15 mai 1916, p. 298-301).

Appareil à lecture directe pour la mesure de glissement; Enregistreur de glissement; E. Jona (*Elettrotecnica*, 15 mai 1916, p. 297).

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Sur l'énoncé le plus général des lois de l'induction électromagnétique; L. Lombardi (*Elettrotecnica*, 15 mai 1916, p. 286-296). — Dans la première partie de cette étude l'auteur donne un aperçu historique des expériences de Faraday sur les phénomènes d'induction électromagnétique, et rappelle l'énoncé donné par Maxwell de la loi fondamentale, relative à la variation du flux embrassé. Cet énoneé cependant ne doit être appliqué qu'aux circuits linéaires fermés d'une façon invariable, tandis que l'énoncé relatif aux lignes magnétiques, balayées par le conducteur, garde ea validité dans tous les cas, même lorsqu'on change l'intensité du champ, parce que les lignes d'induction, produites par le mouvement des électrons, acquièrent dans leur expansion un mouvement, tout à fait comparable avec celui qu'on aperçoit dans la translation d'un aimant ou d'un solénoïde. — De ce point de vue il est aussi bien possible de concevoir des circuits, qui embrassent des flux invariables, mais qui deviennent le siège de forces électromotrices, ayant des éléments mobiles, qui coupent des lignes magnétiques (dynamos unipolaires); comme des circuits déformables, qui embrassent des flux variables, sans produire des forces électromotrices, si la déformation a lieu sans balayage des lignes magnétiques (conducteur s'enveloppant sur une barre de fer, uniformément aimantée, etc.).

Dans la seconde partie l'auteur rappelle certaines expériences de C. Hering et A. Blondel, qui ont bien confirmé la possibilité de modifier le flux embrassé par un circuit, sans y induire aucune force électromotrice; mais il critique l'interprétation donnée par ces auteurs, attendu que le résultat pouvait être prévu d'après la théorie de Maxwell, parce qu'il ne s'agissait pas de circuits invariablement fermés. Une expérience tout à fait semblable avait été d'ailleurs exécutée par Felici, soixante ans auparavant. — Dans la troisième partie l'auteur décrit un appareil, construit par lui pour la démonstration des phénomènes d'induction, moyennant lequel on peut répéter plus simplement l'expérience de Blondel, et en exécuter d'autres sur des circuits à réactance variable.

VARIÉTÉS.

Applications des rayons X à la métallurgie (*Metallurgical and Chemical Engineering*, 15 mars 1916, p. 345). — L'article signale quelques essais montrant qu'il est possible de déceler par ces rayons, les soufflures et les défauts des pièces métalliques.

La régénération des déchets de caoutchouc; Andrew H. King (*Metallurgical and Chemical Engineering*, 15 mars 1916, p. 309-311). — L'auteur, après avoir montré l'intérêt économique de la question, passe en revue les procédés qui sont utilisés ou ont été proposés pour le traitement des déchets de caoutchouc en vue de produire du caoutchouc régénéré.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Portugal. — L'Office national du Commerce extérieur publie dans ses « Dossiers Commerciaux » quelques extraits d'une récente communication de M. Le Mallier, consul de France à Porto, sur la possibilité pour le Commerce français de s'ouvrir un débouché plus important sur la place de Porto.

Il serait indispensable de profiter des circonstances actuelles et de ne pas laisser occuper par d'autres la place que les Allemands sont forcés de nous céder en Portugal.

M. Le Mallier recommande aux commerçants français de soigner tout particulièrement les emballages

Pour les conditions de paiement il conseille d'imiter les Allemands qui n'hésitaient pas à donner de longs délais, tandis que les maisons françaises demandaient le règlement d'avance ou accordaient au maximum un mois de crédit.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Italie. — L'Office reçoit presque quotidiennement soit directement, soit par l'intermédiaire de ses correspondants des demandes de maisons établies en Italie désireuses de recevoir des listes de fabricants ou de producteurs français susceptibles de leur procurer des articles déterminés pour remplacer des marchandises austro-allemandes.

En signalant ces demandes aux exportateurs français, l'Office a surtout pour but de leur rappeler qu'il est essentiel de nouer des relations sans tarder, pour préparer la pénétration des produits français en Italie.

Il est donc nécessaire d'engager *immédiatement* des pourparlers, d'envoyer des catalogues avec échantillons s'il y a lieu, les relations nouées pendant la guerre ayant toute chance d'être entretenues régulièrement après et de remplacer celles des Austro-Allemands

Concurrence aux produits allemands et austro hongrois en Italie. — La Chambre de Commerce française de Milan, en vue de faciliter les relations commerciales entre la France et l'Italie, a commencé ses démarches auprès des acheteurs italiens afin d'obtenir d'eux l'indication des marchandises. qualités et quantités dont ils seraient actuellement acheteurs.

Ces demandes ont été transmises à l'Office qui les publie dans ses « Dossiers Commerciaux ».

Les noms et adresses des acheteurs seront communiqués aux personnes qui en feront la demande.

Pour l'industrie électrique nous relevons sous la rubrique Demande n° II :

1 moteur électrique 45 kw, triphasé 2000 volts, 50 périodes, 500 à 550 tours par minute.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois au Maroc. — M. Lucciardi, vice-consul de France à Tétouan, écrit à l'Office que des voyageurs de commerce allemands sont arrivés à Tétouan, et offrent à la clientèle, des articles allemands à des prix relativement très bon marché.

Il y aurait donc intérêt, sinon à faire visiter la clientèle par des voyageurs français, tout au moins à envoyer des prix courants et des catalogues.

M. Lucciardi se met à la disposition de nos compatriotes, pour recevoir et distribuer les catalogues et prix courants, *mais il faut aller vite.*

Avis aux exportateurs — Par suite des dispositions de l'accord franco-danois les exportateurs qui expédient des marchandises en Norvège et en Suède doivent les adresser de préférence directement dans des ports norvégiens ou suédois, en évitant de les faire transiter par le Danemark ou de les consigner à un transitaire danois, ce qui pourrait avoir pour conséquence d'empêcher la bonne arrivée des marchandises à leur destination finale.

Foire de Nijni-Novgorod en 1916. — « L'Union nationale pour l'exportation des produits français et l'importation des matières nécessaires à l'industrie » organise la participation des producteurs français à la foire de Nijni-Novgorod.

Les industriels français désireux de participer à cette foire peuvent s'adresser au siège de cette Association privée, 9, rue Laffitte, à Paris.

Entreprises industrielles. Leurs frais d'installation et d'exploitation avec méthode graphique d'évaluation. Prix de vente et économie industrielle, par H. GISI, ingénieur-conseil. Un vol. [illegible] cm × 19 cm, 2[illegible]4 pages, 32 figures. Georg et Cie, éditeurs, Genève.

Dans une *Introduction* de 16 pages, l'auteur précise le but tout à fait pratique de son étude : guider ceux qui veulent créer une usine ou exploitation industrielle quelconque, agrandir ou modifier une installation. Il montre les difficultés de toutes sortes que rencontre l'industriel qui tient à se rendre compte du prix de revient exact d'un objet fabriqué par lui, surtout si sa fabrication exige la construction d'une usine nouvelle ou l'agrandissement d'une usine existante. Aussi constate-t-il que « ses explications justifient amplement la nécessité pour tous ceux, industriels ou capitalistes, qui s'intéressent à la création, à l'agrandissement ou à la réorganisation d'une industrie, de rechercher les conseils d'une personne qualifiée, par ses connaissances et par sa pratique, pour donner un avis autorisé dans les divers domaines de la technique, et qui veille de façon tout à fait intègre aux intérêts de ses clients ». C'est donc surtout à ces personnes qualifiées, à ces ingénieurs-conseils, que s'adresse l'ouvrage de M. Gisi. Il intéresse néanmoins l'industriel lui-même en ce qu'il lui fournit une base tant pour poser avec précision la question qui le préoccupe, que pour discuter les résultats qui lui sont présentés.

Cet ouvrage est divisé en cinq parties.

Dans la première partie, intitulée : *Frais de premier établissement*, l'auteur traite d'abord des frais qui précèdent la construction. Ces frais, de plusieurs natures, sont examinés successivement, avec indication dans chaque cas de l'influence qu'ils ont sur le coût total.

La deuxième partie est consacrée au calcul des *frais d'exploitation*, qui ont été divisés en trois classes : les dépenses fixes, composées et variables. De même que pour les frais précédant la construction, des données pratiques résultant d'un grand nombre d'observations serviront à guider les industriels, qui trouveront les taux des frais dont ils doivent tenir compte.

La troisième partie expose une *méthode graphique pour l'évaluation des frais d'exploitation*, avec de nombreux exemples pris dans les branches les plus diverses de l'industrie, en partant des cas les plus simples jusqu'aux cas compliqués d'installations composées de plusieurs genres de machines. Les industriels trouveront là une méthode simple, rapide et exacte qui leur permettra de déterminer les frais d'exploitation et, par conséquent, de fixer les prix de vente des produits de l'installation.

La quatrième partie examine la question très importante du *prix de vente*, qui doit être calculé par déduction en se basant sur les chiffres trouvés pour les frais traités dans les trois parties précédentes et en tenant compte de tous les cas qu'il faut envisager pour arriver à la certitude d'un rendement positif de l'entreprise de manière à avoir une sécurité absolue.

Enfin la cinquième partie donne quelques indications qui tendent à concilier l'esthétique avec les applications de la technique et de l'industrie moderne, en montrant comment on peut dans certains cas améliorer ou corriger dans la mesure du possible les dommages causés à la nature par des travaux de génie civil ou installations quelconques.

Gli Strumenti per misure elettriche industriali (Les instruments de mesures électriques industriels), par DINO NOBILI. Un vol. 18 cm × 1[illegible] cm, 501 pages, [illegible]00 figures. Édité par la Rivista tecnica di Elettricita, Corso Magenta 2[illegible], Milan.

Après avoir rappelé, dans le chapitre I, les diverses formules mathématiques et les constantes physiques qui trouvent leur emploi dans les mesures, l'auteur donne, dans le chapitre II, quelques généralités sur les instruments industriels, puis examine, dans les sept chapitres suivants, la mesure des diverses grandeurs électriques et mécaniques : résistance, tension, intensité, puissance, facteur de puissance, énergie et travail, vitesse angulaire et fréquence. Un chapitre est consacré aux groupes d'instruments qu'exigent certaines opérations telles que la synchronisation, un autre aux dispositifs de protection employés sur les réseaux, enfin, le dernier, à la tarification de l'énergie électrique et aux instruments qu'exigent les divers modes de tarification qui sont en usage.

Comme on le voit par cet aperçu, l'auteur s'est attaché à rester sur le terrain industriel. Son ouvrage ne fait pas double emploi avec les excellents livres que nous possédons déjà sur les mesures électriques. L'ingénieur électricien y trouvera, sous une forme concise, tous les éléments nécessaires à la compréhension des nombreux instruments que la pratique a forcé d'introduire dans l'industrie électrique.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Le télégraphe et la traction monophasée: Arturo Perego (*Lum. élect*, 3 juin 1916, p. 236-237). — Dans la série d'articles publiés sous ce titre par M. Devaux-Charbonnel celui-ci signalait les essais faits sur quelques-uns des appareils imaginés par M. Perego en vue d'éliminer les perturbations causées dans les lignes télégraphiques et téléphoniques par la traction monophasée. M. Perego fait observer dans l'article qui nous occupe que tous ses dispositifs n'ont pas été essayés et que ceux qui l'ont été ne se trouvaient pas encore mis au point. Il donne la description de quelques-uns de ces appareils.

La télégraphie sans fil entre l'Allemagne et les États-Unis (*La Nature*, 8 avril 1916, p. 228-232). — Les communications radiotélégraphiques entre l'Allemagne et les États-Unis sont assurées par deux compagnies : la Compagnie Lorenz qui exploite les brevets Goldschmidt sur les alternateurs à haute fréquence et possède une station à Eilvese, près de Hanovre, qui correspond avec celle de Tuckerton, au sud de New-York; la Compagnie Telefunken qui s'est inspirée, pour la réalisation de ses appareils, des travaux de Maurice Joly sur les multiplicateurs statiques de fréquence et assure la seconde communication par ses stations de Nauen, près de Berlin et de Sayville en face de New-York. Au moment de la déclaration de guerre, la station de Sayville ne possédait par une puissance suffisante pour communiquer avec l'Allemagne; peu après une licence fut demandée pour mettre en marche une installation plus puissante qui, paraît-il certain, servit à renseigner l'Amirauté allemande sur les départs des navires partant de New-York; les crimes des sous-marins forcèrent le Gouvernement américain à intervenir et la station fut considérée comme ayant été construite depuis le début de la guerre, par conséquent en violation des conventions de La Haye. La station de Tuckerton, ouverte le 20 juin 1914, travaille sans licence depuis le commencement des hostilités; elle peut donc être saisie comme la précédente et, comme elle, être placée sous le contrôle des officiers de la marine des Etats-Unis; aucune mesure de ce genre ne paraît avoir été prise contre elle. — L'article expose ensuite le principe des deux sytèmes utilisés par ces compagnies et donne quelques indications sur les appareils employés. La station de Eilvese (Hanovre) contient une locomobile de 500 chevaux entraînant deux dynamos de 150 kw chacun alimentant le moteur de l'alternateur à haute fréquence; le rotor et le stator de celui-ci portent chacun un enroulement de 384 pôles. L'alternateur tournant à 3130 t : min et l'enroulement du stator étant excité par du courant continu, on obtient dans le rotor du courant alternatif à 10 000 p : sec; par les réflexions que subit ce courant la fréquence est portée à 40 000 p : sec et c'est sous cette fréquence qu'est alimentée l'antenne. La transmission s'effectue automatiquement à l'aide du manipulateur mécanique Wheatstone (bande préalablement perforée), qui permet une transmission très régulière et à très grande vitesse. Le pylône qui supporte l'antenne est fait de deux parties isolées et les haubans également en tronçons isolés; ce pylône est encore isolé du sol, et sa hauteur qui était initialement de 210 m a été portée à 250 m. — Dans le système Maurice Joly la fréquence du courant fourni par l'alternateur est de 3000 à 4000 p : sec; le premier transformateur porte ce nombre à 8000, le second à 16 000, le troisième à 32 000, le quatrième à 64 000, chiffre qu'on ne dépasse pas dans la pratique à cause des pertes intérieures. La puissance utilisée par la compagnie Telefunken paraît considérable; on signale en effet que le 29 novembre un des opérateurs de la station d'Honolulu put recevoir très distinctement des messages de Nauen, bien que la distance franchie par les signaux fût de près de 15 000 km.

Observations expérimentales relatives à la réception indirecte par dérivation ou en Oudin; P. Jegou (*Lum. élect*, 20 mai 1916, p. 177-179). — On a été conduit, par suite de l'emploi de lon-

(1) **Abréviations employées pour quelques périodiques :** ***J. I. E. E.*** **:** ***Journal of the Institution of Electrical Engineers,*** **Londres. —** ***P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers,*** **New-York. —** ***T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society,*** **New-York.**

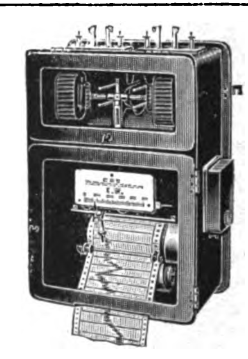


gueurs d'onde de plus en plus grandes, à opérer le réglage d'un poste de réception par le simple déplacement sur une bobine Oudin d'un curseur relié à l'extrémité inférieure de l'antenne. L'auteur montre par des considérations théoriques et des résultats d'expériences qu'il est préférable au point de vue de l'intensité de la réception de revenir à un ancien mode de réglage consistant à déplacer sur le Oudin un deuxième curseur fermant sur celui-ci le circuit du cohéreur.

Étude d'une machine à écrire phonographique actionnée par la voix; J.-B. Flowers (*P. A. I. E. E.*, février 1916, p. 183-201; *Lum. élect.*, 3 juin 1916, p. 228-235). — D'après l'auteur chaque lettre est caractérisée par une certaine variation dans le temps de l'intensité du son émis; la hauteur du son ou sa complexité en harmoniques n'interviennent pas. Il en résulte que si l'on souffle dans un tuyau d'orgue ouvert de longueur quelconque et si l'on place à son extrémité un dispositif mécanique qui, comme la bouche humaine, peut en modifier ou fermer l'ouverture, c'est-à-dire faire varier la pression de l'air, le tuyau d'orgue parlera comme un être humain dont la voix aurait une puissance et une ampleur merveilleuse. Quant à la distinction des voyelles des consonnes, elle résulte de ce qu'une voyelle est une ondulation sonore déterminée ayant une certaine fréquence de répétition, alors qu'une consonne est une ondulation sonore déterminée qui ne se produit qu'une seule fois. — Pour reconnaître la forme de la variation d'intensité qui caractérise chaque lettre, l'auteur a étudié la parole chuchotée, celle-ci ayant sur la parole ordinaire l'avantage d'avoir la même hauteur et le même timbre de son quelle que soit la personne qui l'émet. Dans ce but la parole est reçue sur un microphone très sensible qu'il appelle « acousticon » et qui est relié à un galvanomètre à corde d'Einthoven qui donne une ombre sur une pellicule photographique se déroulant à grande vitesse (300 à 1600 m : min). L'auteur a ainsi obtenu plus de 500 courbes de voyelles et de consonnes qui lui ont permis d'établir un « alphabet phonographique ». — Il restait à faire écrire cet alphabet par la parole ordinaire, laquelle diffère d'une personne à l'autre par la hauteur du son fondamental et les harmoniques de ce son. Pour cela les paroles sont prononcées devant un microphone sur le circuit duquel se trouvent en dérivation une série de circuits électriques de résonance accordés pour des fréquences de 100 à 2500 p : sec. Suivant la personne deux ou un plus grand nombre de ces résonateurs entreront en résonance et feront vibrer un petit miroir envoyant sur une cellule de sélénium les rayons lumineux d'une source de lumière; il en résultera une variation de la résistance de la cellule et par suite une variation de l'intensité d'un courant actionnant, par l'intermédiaire d'un dispositif électromagnétique, un style qui appuie sur un cylindre d'enregistrement; la plume tracera la courbe caractéristique de chaque lettre et il suffira de comparer le tracé à l'alphabet phonétique pour lire l'inscription écrite.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Répartition du courant entre une colonne gazeuse et un shunt métallique extérieur; R.-F. Earhart (*Physical Review*, 2e série, t. VII, avril 1916, p. 447-450). — L'appareil utilisé par l'auteur pour réaliser ces expériences est un tube de verre cylindrique fermé à ses deux extrémités par des électrodes planes; ce tube est pourvu d'un ajutage qui permet d'y faire le vide. Sur toute la longueur sont répartis des diaphragmes métalliques parallèles aux électrodes et pourvus de fils qui permettent de les relier entre eux extérieurement en comprenant dans le shunt un galvanomètre et un commutateur. Le courant qui traverse le tube est fourni par une batterie à haute tension et mesuré soit par un milliampèremètre, soit par un galvanomètre shunté. On a fait ainsi un grand nombre d'expériences avec divers tubes et en variant de multiples façons les conditions de pression et d'intensité du courant qui a oscillé entre quelques microampères et 50 milliampères. Quel est le mécanisme probable qui intervient dans la charge des séparations métalliques ? Cette charge peut être due au flux de gaz ionisé



Wattmètre enregistreur à relais.

gueurs d'onde de plus en plus grandes, à opérer le réglage d'un poste de réception par le simple déplacement sur une bobine Oudin d'un curseur relié à l'extrémité inférieure de l'antenne. L'auteur montre par des considérations théoriques et des résultats d'expériences qu'il est préférable au point de vue de l'intensité de la réception de revenir à un ancien mode de réglage consistant à déplacer sur le Oudin un deuxième curseur fermant sur celui-ci le circuit du cohéreur.

Étude d'une machine à écrire phonographique actionnée par la voix; J.-B. Flowers (*P. A. I. E. E.*, février 1916, p. 183-201; *Lum. élect.*, 3 juin 1916, p. 228-235). — D'après l'auteur chaque lettre est caractérisée par une certaine variation dans le temps de l'intensité du son émis; la hauteur du son ou sa complexité en harmoniques n'interviennent pas. Il en résulte que si l'on souffle dans un tuyau d'orgue ouvert de longueur quelconque et si l'on place à son extrémité un dispositif mécanique qui, comme la bouche humaine, peut en modifier ou fermer l'ouverture, c'est-à-dire faire varier la pression de l'air, le tuyau d'orgue parlera comme un être humain dont la voix aurait une puissance et une ampleur merveilleuse. Quant à la distinction des voyelles des consonnes, elle résulte de ce qu'une voyelle est une ondulation sonore déterminée ayant une certaine fréquence de répétition, alors qu'une consonne est une ondulation sonore déterminée qui ne se produit qu'une seule fois. — Pour reconnaître la forme de la variation d'intensité qui caractérise chaque lettre, l'auteur a étudié la parole chuchotée, celle-ci ayant sur la parole ordinaire l'avantage d'avoir la même hauteur et le même timbre de son quelle que soit la personne qui l'émet. Dans ce but la parole est reçue sur un microphone très sensible qu'il appelle « acousticon » et qui est relié à un galvanomètre à corde d'Einthoven qui donne une ombre sur une pellicule photographique se déroulant à grande vitesse (300 à 1600 m : min). L'auteur a ainsi obtenu plus de 500 courbes de voyelles et de consonnes qui lui ont permis d'établir un « alphabet phonographique ». — Il restait à faire écrire cet alphabet par la parole ordinaire, laquelle diffère d'une personne à l'autre par la hauteur du son fondamental et les harmoniques de ce son. Pour cela les paroles sont prononcées devant un microphone sur le circuit duquel se trouvent en dérivation une série de circuits électriques de résonance accordés pour des fréquences de 100 à 2500 p : sec. Suivant la personne deux ou un plus grand nombre de ces résonateurs entreront en résonance et feront vibrer un petit miroir envoyant sur une cellule de sélénium les rayons lumineux d'une source de lumière; il en résultera une variation de la résistance de la cellule et par suite une variation de l'intensité d'un courant actionnant, par l'intermédiaire d'un dispositif électromagnétique, un style qui appuie sur un cylindre d'enregistrement; la plume tracera la courbe caractéristique de chaque lettre et il suffira de comparer le tracé à l'alphabet phonétique pour lire l'inscription écrite.

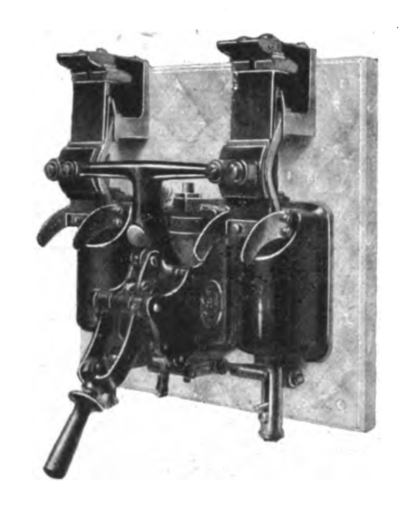
TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Répartition du courant entre une colonne gazeuse et un shunt métallique extérieur; R.-F. Earhart (*Physical Review*, 2e série, t. VII, avril 1916, p. 447-450). — L'appareil utilisé par l'auteur pour réaliser ces expériences est un tube de verre cylindrique fermé à ses deux extrémités par des électrodes planes; ce tube est pourvu d'un ajutage qui permet d'y faire le vide. Sur toute la longueur sont répartis des diaphragmes métalliques parallèles aux électrodes et pourvus de fils qui permettent de les relier entre eux extérieurement en comprenant dans le shunt un galvanomètre et un commutateur. Le courant qui traverse le tube est fourni par une batterie à haute tension et mesuré soit par un milliampèremètre, soit par un galvanomètre shunté. On a fait ainsi un grand nombre d'expériences avec divers tubes et en variant de multiples façons les conditions de pression et d'intensité du courant qui a oscillé entre quelques microampères et 50 milliampères. Quel est le mécanisme probable qui intervient dans la charge des séparations métalliques ? Cette charge peut être due au flux de gaz ionisé



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

POUR HAUTES ET BASSES TENSIONS



Disjoncteur série G. B.

à déclenchement libre et à fermeture par genouillère.

Interrupteurs. Coupe-circuits. Disjoncteurs. Rhéostats. Démarreurs. Combinateurs. Limiteurs de tension. Parafoudres. Électro-aimants. Interrupteurs MONOBLOC :: Régulateurs syst. J.-L. ROUTIN.

TABLEAUX DE DISTRIBUTION

POUR

Stations Centrales. — Sous-Stations. — Postes de Transformation.

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

MICROPHONES POUR TOUTES DISTANCES

Type PARIS-ROME le plus puissant

MICROPHONE A CAPSULE

RÉCEPTEURS A ANNEAU, A MANCHE OU FORME MONTRE

LE MONOPHONE

Appareil combiné extra-sensible

TABLEAUX CENTRAUX — COMMUTATEURS "STANDARD"

Installations à Énergie Centrale

MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE

Matériel spécial pour les Chemins de fer, les Mines, l'Armée, la Marine

FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES

Sous Caoutchouc, Gutta, Papier, Coton, Soie, etc.

CABLES ARMÉS POUR TRANSPORT DE FORCE

Tensions jusqu'à 100.000 volts :: Laboratoire d'essai à 200.000 volts

---

CABLES POUR PUITS

et GALERIES DE MINES

CABLES ET TREUILS

de Fonçage.

CABLES TÉLÉPHONIQUES

Boites pour réseaux souterrains.

BOITES DE PRISE DE COURANT

pour GRUES de quais, etc.

APPAREIL BREVETÉ, système A. LÉAUTÉ, pour essais par résonance des CANALISATIONS ÉLECTRIQUES A HAUTES TENSIONS.

ponts, par exemple. Ils montrent, en ce qui concerne la grandeur des tensions qui se développent dans les rivets, que le rivetage à la presse est sensiblement supérieur aux deux autres procédés; indépendamment du gain de temps, on obtient une plus grande résistance au glissement. — Il y a lieu d'attirer l'attention sur le cas où la tension développée dans le rivet peut atteindre la limite d'élasticité, et surtout, dans le cas du rivetage à la presse, des assemblages devant transmettre d'importants efforts de traction, par exemple des assemblages rigides des entretoises et des longrines d'un pont métallique. Dans ce dernier cas, il y a lieu de tenir compte de ces efforts de traction dans le calcul de la tension de la rivure, celle-ci ne devant pas dépasser la limite d'élasticité. Le relâchement fréquent de ces assemblages confirme cette facon de voir. — Dans le cas d'un rivetage à la presse de pièces fortement entrebaillées, mal planées, il est conseillé de laisser agir un peu plus longtemps la pression de serrage, de facon que le corps du rivet soit suffisamment refroidi quand la pression cesse d'agir, afin de pouvoir maintenir, à coup sûr, les parties assemblées.

Le tarif douanier; L. Allievi (*Elettrotecnica*, 5 avril 1916, p. 190-193). — Communication présentée à la dix-neuvième réunion annuelle à Livourne, le 5 novembre 1915, de l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Le présent et l'avenir des industries mécaniques et sidérurgiques en Italie; G. Belluzzo (*Elettrotecnica*, 15 avril 1916, p. 215-223). — Conférences tenues à Milan le 26 janvier 1916 et à Rome le 17 février 1916.

Les problèmes de l'électrotechnique en Italie pour le présent et pour l'avenir; M. Ascoli (*Elettrotecnica*, 25 mars 1916, p. 173-179). — Discours prononcé le 1er mars 1916 au Congrès de la Société italienne pour le Progrès des Sciences.

Le personnel italien dans les industries italiennes; U. Del Buono, Communication à l'Associazione Elettrotecnica Italiana, au Congrès de Livourne, novembre 1915 (*Elettrotecnica*, 25 avril 1916, p. 248-250). — L'auteur montre les inconvénients qui proviennent de la présence des étrangers, c'est-à-dire des Allemands, dans les industries italiennes, présence qui empêche la formation d'une véritable industrie italienne à cause surtout du caractère de pénétration et de domination qu'ont tous ces gens-là. — Il montre qu'il est nécessaire de se débarrasser de cette domination et donne un aperçu des moyens qui peuvent être suffisants pour atteindre ce but.

La réforme de la législation italienne relative aux entreprises hydro-électriques; E. Presutti (*Elettrotechnica*, 5 mai 1916, p. 268-275). — Les dispositions de la loi du 10 août 1884 supposent l'utilisation de l'énergie sur place. Or aujourd'hui les grandes usines servent surtout à faire parvenir l'énergie à très longue distance et à la partager entre un grand nombre de consommateurs. De cette divergence résultent de multiples inconvénients qui conduisent l'auteur à formuler les vœux suivants : modifier les conditions de la possibilité de l'expropriation pour utilité publique; réformer la loi de 1884 pour rendre moins onéreux l'établissement des lignes de transmission, préférer les demandes de concession qui se proposent de satisfaire un besoin social plus important; accorder toujours la concession sur la base du projet techniquement le meilleur et économiquement le plus avantageux; fixer le maximum des prix que les consommateurs doivent payer et, mieux encore, faire fournir la plupart des capitaux par les provinces (aidées par l'État) dans la construction des usines hydro-électriques et des grandes lignes de transmission, et par les communes les capitaux qui servent pour l'installation des réseaux locaux de distribution.

Interprétation des actes administratifs; incompétence de l'autorité judiciaire; P. Bougault (*Lumière électrique*, 6 mai 1916, p. 129-131). — La Compagnie d'Éclairage de Bordeaux doit, d'après son cahier des charges, payer les déplacements hors ville de ses ouvriers aux prix fixés par le cahier des charges de l'Entreprise des travaux de fontainerie et de distribution d'eau, cahier des charges approuvé par le préfet de la Gironde en 1901. Mais dans ce dernier cahier des charges l'article correspondant était peu clair et un procès fut engagé contre la Compagnie d'Éclairage par ses ouvriers. Par jugement en date du 29 décembre 1909, le tribunal judiciaire donna raison aux ouvriers. Mais la Cour de Cassation, par son arrêt du 7 juillet 1913, a cassé ce jugement, « attendu qu'en refusant de surseoir à statuer jusqu'à interprétation par l'autorité administrative compétente, le jugement attaqué a violé la disposition de loi ci-dessus visée ». L'autorité administrative aurait donc dû être saisie par l'autorité judiciaire.

PETITES NOUVELLES

Institut Eleatrotechnique de Grenoble. — A la suite des examens de la session de juillet, ont été proposés pour le Diplôme d'Ingénieur-Electricien de l'Université de Grenoble :

MM. Acher, Antoine. Baron, Demirkapoulian, Comandré, Heredia, Kossowsky, Marin, Pagnon, Rivet, Ronze, Rosa. Telloglou, Tripier. Vernet.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Russie. — L'Office national du Commerce extérieur signale à nouveau dans ses *Dossiers commerciaux* que les exigences de nos exportateurs en matière de paiement pour les fournitures en Russie est un obstacle au développement de nos relations commerciales avec les pays étrangers. M. Pigonneau, Consul de France à Kharkoff (Russie) croit devoir revenir sur cette question primordiale.

Dans un rapport publié dans les *Dossiers commerciaux* au mois de janvier 1915 il avait déjà insisté sur la question du crédit.

Depuis notre consul a eu l'occasion de constater que certaines de nos maisons ne consentent encore à ne faire aucune expédition sans en avoir recu au préalable la couverture, augmentée des frais divers, en chèque sur Paris.

Dans la plupart des cas les maisons russes, devant cette manière d'opérer, ont renoncé à leurs commandes et celles-ci ont été placées à l'étranger; nos concurrents acceptent en effet d'être payés en banque, à livraison des marchandises.

De tels exemples démontrent une fois de plus que les commerçants français doivent renoncer à des exigences qui ne seraient acceptables que s'ils n'avaient à redouter, sur les marchés étrangers, aucune concurrence plus accommodante.

Ouverture d'une agence en douane en Russie. — La Section de Kharkoff de la Chambre de Commerce russo-française fait connaître à l'Office national du Commerce extérieur que la banque internationale de Commerce à Petrograd, succursale de Kharkoff, a obtenu du Gouvernement russe l'autorisation d'ouvrir dans ses entrepôts, une agence en douane faisant toutes opérations pour marchandises importées en Russie.

Les intéressés pourront donner l'ordre à leurs expéditeurs de diriger les envois destinés à la région de Kharkoff à ladite agence à l'adresse ci-après : « Agence en douane de la Banque internationale nale de Commerce de Petrograd, à Kharkoff ».

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Espagne. — Le vice-consul de France, à Alicante, vient de faire parvenir à l'Office national du Commerce extérieur une étude sur les importations d'Allemagne et d'Autriche, due à la plume d'un de ses correspondants.

L'Office reproduit cette étude dans ses « Dossiers commerciaux », et nous constatons qu'une bonne partie de ce qui concerne l'électricité vient d'Allemagne.

On en reçoit aussi de France, mais plus spécialement ce qui a trait à la télégraphie.

L'industrie espagnole produit quelques articles tels que : transformateurs, dynamos, moteurs, appareils de mesure et de protection pour machines peu puissantes. Les autres appareils viennent de l'étranger.

En raison des centrales électriques, minoteries, élévations d'eau, etc. qui s'installent quotidiennement, Alicante et toute la province sont visitées par des voyageurs allemands.

Aussi l'importation austro-allemande est assez importante en câbles et fils pour l'électricité, lampes, charbons, dynamos, électro-moteurs et appareils télégraphiques.

Les lampes viennent de partout, car une compagnie fabrique tout ce que l'on veut lui confier sous la marque désignée par l'acheteur.

De là un grand nombre de marques différentes dont la vente est limitée à la région de la personne ayant fait la commande.

Une foule d'articles pourraient donc être importée par nos fabricants. Il faudrait toutefois qu'ils s'appliquent à faire des qualités bon marché, mais d'aspect ou d'apparence agréable à l'œil pour la meilleure présentation.

Quant aux marchandises d'importation difficile, rien ne les empêcherait de s'installer également en Espagne où il y a encore tant à faire par suite de la situation créée par la guerre.

Formulaire de l'Electricien et du Mécanicien de E. Hospitalier 28e édition, 1916, par G. ROUX. Un vol. 18 cm × 11 cm, 1419 pages. Masson et Cie, éditeurs, Paris. Prix, cartonné, 12 fr.

Le Formulaire d'Hospitalier est trop connu des électriciens pour qu'il soit besoin d'insister ici sur la véritable encyclopédie documentaire qu'il constitue aujourd'hui.

Dans la préface de cette nouvelle édition, M. G. Roux prend soin de nous avertir que « dans l'ensemble de l'ouvrage les formules ont été rétablies en conformité des symboles adoptés par la Commission électrotechnique internationale réunie en 1913 ». Nous constatons cependant qu'il continue à séparer par un tiret les abréviations des unités dérivées mesurant des grandeurs qui sont le produit de deux autres, en particulier qu'il continue à écrire kW-h, alors que la Commission électrotechnique internationale a adopté kwh. Mais nous ne pouvons que le féliciter de n'avoir pas suivi la Commission dans cette modification aux règles établies par Hospitalier. Cette modification qui d'ailleurs semble, d'après nos renseignements personnels, n'avoir pas été voulue et être résultée d'erreurs typographiques dans les textes soumis à la Commission, est en effet des plus malheureuses et ne manquerait pas, si elle était généralisée, de détruire l'harmonie et la clarté des abréviations établies par Hospitalier; pour n'en citer qu'un exemple bornons-nous à faire observer que l'unité de moment d'inertie dans le système français, qu'Hospitalier représentait par kg-m² et que M. Roux continue à représenter ainsi, devrait être symbolisée par kgm² si l'on abandonne le tiret de séparation, ce qui peut prêter à confusion avec la puissance 2 du kilogrammètre.

Parmi les additions faites à la nouvelle édition signalons : des tableaux donnant les conversions de degrés en grades, le nombre de tours par minute en radians par seconde, les vitesses des corps en chute libre, les constantes principales des avions, etc., l'introduction d'abaques imaginés et dénommés « nomogrammes » par M. d'Ocagne, qui simplifient beaucoup les calculs, par exemple, ceux relatifs à l'écoulement de l'eau et des gaz à la résistance des matériaux, aux ressorts, etc.

Dans la partie électrique, tout ce qui est relatif aux lignes électriques a été développé : nature et choix des conducteurs, résistivité, capacité, inductance, effet Corona, etc. Le chapitre de l'*Électrométallurgie* s'est enrichi d'intéressantes données sur les fours électriques à acier et à aluminium.

Pour faire place à ces additions sans donner au Formulaire des dimensions exagérées, M. G. Roux a dû supprimer quelques parties qui commençaient à dater. Toutefois ces suppressions ont été relativement minimes grâce à l'emploi d'un papier mince, mais néanmoins très résistant, qui a permis de réduire à une épaisseur acceptable l'ensemble des 1400 pages que contient le volume.

Ces améliorations techniques et matérielles assurent à la nouvelle édition du Formulaire la continuation du succès qu'a rencontré cet ouvrage depuis sa première édition.

Automatic protective switchgear for alternating-curren systems, par E.-B. WEDMORE. Une brochure, format 28 cm × 22 cm, 39 pages, 41 figures.

Cet ouvrage est un tirage à part d'une communication faite en 1915 à l'Institution of Electrical Engineers et des discussions auxquelles elle a donné lieu.

A mode of studying damped oscillations by the aid of shrinking vectors; The mathematical design of transformers, par DAVID ROBERTSON. Deux broch., format 28 cm × 22 cm, 10 p. et 19 p.

Ces brochures contiennent les communications faites par l'auteur en 1915 et 1916 à l'Institution of Electrical Engineers.

Sur le champ électrique de l'atmosphère à Rio de Janeiro, par H. MORIZE. Une brochure, 12 pages, 4 figures, 5 tableaux.

Ce n'est guère qu'en 1902 que des observations régulières ont été faites à l'Observatoire national de Rio de Janeiro sur l'électricité atmosphérique. Dans cette brochure M. Morize donne la description des appareils employés et résume, dans des tableaux, les résultats des observations faites.



ANCIENNE MAISON MICHEL & C[ie]

COMPAGNIE POUR LA

Fabrication des Compteurs

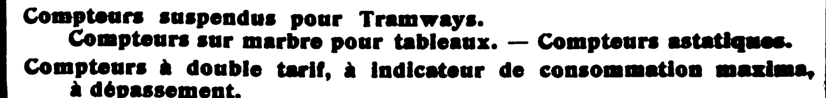
ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme : Capital 9 000 000 de Francs.

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

MODÈLE B	pour Courants continu et alternatif.
HG A MERCURE	pour Courant continu.
O'K	pour Courant continu.
A. C. T.	pour Courants alternatif, diphasé et triphasé.



Compteurs suspendus pour Tramways.
Compteurs sur marbre pour tableaux. — Compteurs astatiques.
Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maxima, à dépassement.
Compteurs pour charge et décharge des Batteries d'Accumulateurs.
Compteurs à tarifs multiples (Système Mähl). — Compteurs à paiement préalable (Système Berland).

A. C. T. III



Adresse télégraphique
COMPTO-PARIS

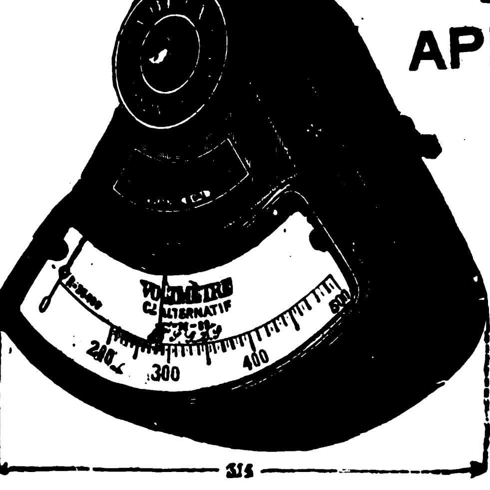


Téléphone
SAXE :
71-20, 71-21, 71-22



APPAREILS DE MESURES

Système MEYLAN-d'ARSONVAL



INDICATEURS & ENREGISTREURS pour courant continu et pour courant alternatif, thermiques et électromagnétiques.
Appareils à aimant pour courant continu.
Appareils Indicateurs à Cadran lumineux.
Fluxmètre Grassot, Ondographe Hospitalier. Boîte de Contrôle.

Voltmètres - Ampèremètres - Wattmètres

La Maison reste ouverte pendant la durée des hostilités et est en mesure de fournir tout le matériel qui lui sera commandé.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

Sur le calcul des rhéostats de démarrage; F. CAMPANAKIS (*Lumière électrique*, 22 avril 1916, p. 73-82). — Dans un précédent article, signalé dans la *Littérature des Périodiques* du 21 avril 1916, p. 41, l'auteur examinait quelle était la capacité maximum possible pour un démarreur en supposant un boudin par interplot. Dans ce nouvel article, il étudie le cas de plusieurs boudins par interplot et une répartition logarithmique des résistances.

Les équipements de démarrage automatique; A.-S. MILHOUD (*La Lum. électr*, 10 juin 1916, p. 245-250). — On construit depuis longtemps des appareils qui réalisent la mise en route et l'arrêt automatiques des moteurs électriques Les différents dispositifs employés se ramènent à trois types; ceux qui sont basés sur l'emploi des contacteurs électromagnétiques ou mécaniques, présentent de grands avantages au point de vue fonctionnement et facilité d'entretien.

Commutateur automatique C.-W. Pen Dell à moteur de commande pour mise en circuit d'une source d'énergie auxiliaire (*Electrical Review and Western Electrician*, 15 avril 1916; *Lumière électrique*, 8 juillet 1916, p. 40-41). — Certaines applications de l'électricité, par exemple la commande des signaux, exigent qu'en cas d'accident sur le circuit d'alimentation une source auxiliaire d'énergie soit immédiatement substituée à la source principale. L'appareil imaginé par C.-W. Pen Dell, ingénieur à la Public Service Company de l'Illinois du Nord répond à cette condition. Dès que la source d'alimentation ordinaire fait défaut, un moteur fait tourner, au moyen d'un encliquetage, une roue dentée qui ouvre l'interrupteur principal et ferme l'interrupteur de la source auxiliaire; les opérations sont effectuées dans l'ordre inverse quand le courant est rétabli sur le circuit principal, toutefois un dispositif empêche ces opérations inverses de s'effectuer tant que dure une manœuvre de signaux amorcée avec le courant de la source auxiliaire; on peut en outre régler à volonté le temps nécessaire à la réalisation des opérations dans un sens ou l'autre et par conséquent le temps nécessaire à la substitution d'une source à l'autre.

MESURES ET ESSAIS.

Sur la mesure de la puissance magnétisante; J. PESTARINI (*Elettrotecnica*, 15 juin 1916, p. 368-370). — L'auteur attire l'attention du Comité de l'Associazione Elettrotecnica Italiana, réuni à Milan pour statuer sur un cahier de charges normal, sur les méthodes et les appareils de mesure des puissances réelles ou non qui découlent du théorème énoncé par l'auteur même de l'article dans une communication faite en mars 1914 à la Société internationale des Électriciens à Paris. Ce théorème donne une règle universelle pour la mesure desdites puissances pour n'importe quelle forme de réseau, et sans aucune restriction pour la répartition et la forme des courants. Il en résulte une méthode rigoureuse et simple de la mesure du facteur de puissance ou cos Φ dans un réseau complexe. — L'auteur fait ressortir l'intérêt pratique qu'il y a à appliquer ce théorème dans les mesures courantes comme lui-même l'a vérifié, et il fait observer qu'une simple modification des appareils existants peut les rendre convenables à la nouvelle méthode de mesure. La formule à appliquer est simple et toujours la même, quelles que soient les complications du réseau considéré. — L'auteur suggère l'emploi de tang φ à la place du cos φ comme étant plus commode, d'une application de formule plus immédiate, et plus conforme à l'esprit du tarif tenant compte de la puissance magnétisante dépensée. Enfin, l'auteur donne une courbe pour permettre de déterminer le facteur de puissance sans l'aide de la règle à calcul

Mesure du cos φ dans les circuits monophasés; T. FIORANI (*Elettrotecnica*, 5 juillet 1916, p. 416-420). — L'auteur expose une méthode pour la mesure du cos φ au moyen d'un wattmètre dans le circuit voltmétrique duquel est insérée une bobine de self-induction

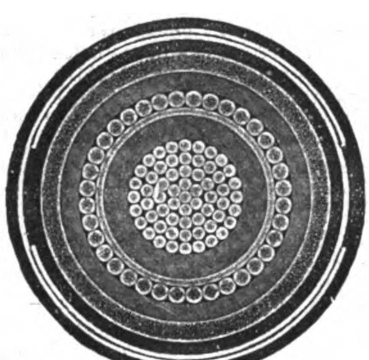
(1) Abréviations employées pour quelques périodiques : *J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est

Société Anonyme au Capital de **30.000 000 de Francs.**

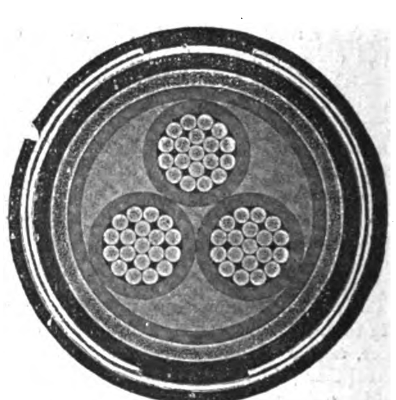
CABLERIE DE JEUMONT (NORD)

SIÈGE SOCIAL : *75, boulevard Haussmann, PARIS*



AGENCES :

PARIS : 75, *boul. Haussmann.*
LYON : 168, *avenue de Saxe.*
TOULOUSE : 20, *Rue Cujas.*
LILLE : 34, *rue Faidherbe.*
MARSEILLE : 8, rue des Convalescents.
NANCY : 11, boulevard de Scarpone.
BORDEAUX : 52, Cours du Chapeau-Rouge.
NANTES : 18, *Rue Menou.*
ALGER : 45, *rue d'Isly.*
St-FLORENT (Cher) : *Mr Belot.*
CAEN (Calvados) : 37, rue Guilbert.



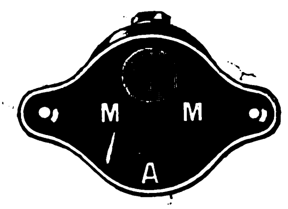
CABLES ARMÉS ET ISOLÉS A HAUTE ET BASSE TENSION

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRIVOLAS

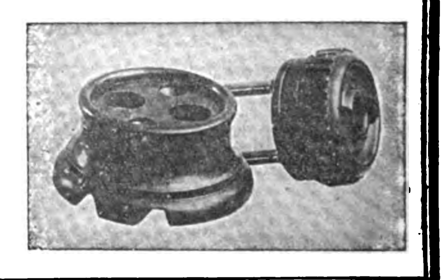
PARIS 1900, SAINT LOUIS 1904,
Médailles d'Or
LIÈGE 1905, Grand Prix.
MILAN 1906, 2 Grands Prix

Société anonyme au Capital de 3 500 000 francs
Siège social : 14 et 16, rue Montgolfier, PARIS

LONDRES 1908, Membre du Jury.
BRUXELLES 1910 Grand Prix.
TURIN 1911. H. C. Memb. du Jury
GAND 1913. Grand Prix.



APPAREILLAGE pour HAUTE TENSION
APPAREILLAGE pour BASSE TENSION
APPAREILLAGE de CHAUFFAGE
par le procédé QUARTZALITE, système O. BASTIAN
Breveté S. G. D. G.
Accessoires pour l'Automobile et le Théâtre.
MOULURES et ÉBÉNISTERIE pour l'ÉLECTRICITÉ
DÉCOLLETAGE et TOURNAGE en tous genres.
MOULES pour le Caoutchouc, le celluloid, etc.
PIÈCES moulées en ALLIAGES et en ALUMINIUM
PIÈCES ISOLANTES moulées pour l'ÉLECTRICITÉ
en ÉBÉNITE (bois durci), en ÉLECTROINE.



Téléphones : **ARCHIVES, 30,55**
— 30,58
— 13,27
Télégrammes : **Télégrive-Paris.**

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS SAUTTER-HARLÉ

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 8.000.000 DE FRANCS

(Société HARLÉ ET Cie transformée) — **26, avenue de Suffren, PARIS (XVe)**

Téléphone : Saxe 11-35

GROUPES ÉLECTROGÈNES
TURBO-MACHINES
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
POMPES — COMPRESSEURS
APPAREILS DE LEVAGE

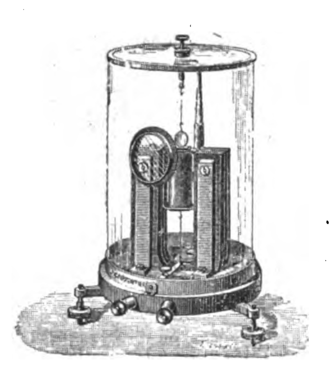
variable. — L'auteur montre qu'avec sa méthode, qui peut s'appliquer même si le courant n'est pas sinusoïdal, la connaissance ou la détermination de la fréquence n'est pas du tout nécessaire.

Décremètre-ondemètre à lecture directe; Frederick-A. Kolster (*Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie*, février 1916; *Lum. élect.*, 27 mai 1916, p. 211-214). — La détermination du décrément logarithmique d'un circuit oscillant à ondes amorties se fait au moyen de la formule de Bjerknes; pour avoir une précision suffisante, il faut tracer une courbe de résonance à grande échelle et en calculer un assez grand nombre de points, ce qui n'est guère possible qu'au laboratoire. L'appareil que décrit l'auteur permet d'obtenir une précision aussi grande en beaucoup moins de temps et dans des conditions défavorables comme c'est souvent le cas à bord des navires. — La caractéristique de l'appareil est un condensateur à capacité variable dont la lame mobile a une forme telle que, quelle que soit sa position initiale, la variation relative de capacité est proportionnelle au déplacement angulaire. — Des essais faits avec cet appareil ont permis d'en vérifier l'exactitude et la précision.

La mesure de l'accélération du mouvement horizontal et ses déductions; J. Carlier (*La Lumière électrique*, t. XXXIII, 13, 20 et 27 mai 1916, p. 149-158, p. 169-177 et p. 200 à 209). — Les mesures de l'accélération de vitesse ont beaucoup préoccupé les ingénieurs de chemin de fer depuis quelque 20 ans à commencer par Desdouits, ingénieur en chef du matériel de l'État français; parce que, pour l'étude des phénomènes de la traction, elles sont indispensables comme il est démontré dans cet article. — Il est un point sur lequel l'auteur insiste particulièrement et qu'il est important de noter, c'est celui qui concerne la séparation des valeurs de l'accélération de vitesse dues uniquement aux moteurs du véhicule, abstraction faite de la gravité, de celles dues à toutes les forces agissantes, tant celles résultant de l'action des moteurs du véhicule que de la gravité. Par ces premières valeurs on peut en arriver à connaître la puissance effective livrée au véhicule, uniquement par les moteurs de traction. Par les secondes mesures, on arrive à connaître exactement l'accélération de vitesse, prise dans le sens algébrique du mot, due à l'action de toutes les forces, quelles qu'elles soient, sur le véhicule. On peut aussi en arriver à connaître, grâce à ces valeurs-ci, la puissance totale dépensée pour la propulsion du véhicule. — La distinction entre ces deux séries de valeurs algébriques n'était pas aisée à établir jusqu'à présent, au moyen des méthodes ordinaires; et, il appartient à l'auteur, d'avoir pu, après de longues études et de nombreuses expériences sur la traction des véhicules de chemin de fer, indiquer des méthodes et combiner des appareils capables d'énoncer la distinction. Il fallait, pour cela, connaître la position de la verticale dans l'espace, à tout instant, ou bien mesurer l'accélération de vitesse due aux actions combinées de toutes les forces quelconques agissantes. C'est ce qui est réalisé, soit grâce à l'intervention des hycroscopes, ou au moyen du pendule astatique de l'auteur. — Dans la deuxième partie de son étude, l'auteur indique comment on procède actuellement dans les mesures de traction; dans la troisième, il décrit les méthodes et appareils à employer pour trouver de nouveaux facteurs, et, notamment, dans le cas de véhicule n'ayant pas de trajectoire guidée dans l'espace. — Les quatrième et cinquième parties sont consacrées à la description et à l'interprétation des méthodes et diagrammes obtenus lorsqu'on fait les distinctions dans les mesures qui ont été indiquées ci-avant.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Méthode pour établir les séries qui expriment les coefficients d'induction mutuelle et de self-induction; S. Butterworth (*Philosophical Magazine*, 6e série, t. XXXI, avril 1916, p. 276-285). — De nombreuses séries ont été proposées pour exprimer le coefficient d'induction mutuelle de deux bobines circulaires coaxiales. Elles ont été collationnées par Rosa dans le tome VIII, page 1, du *Bulletin du Bureau of Standards de* 1912. Elles sont basées sur l'hypothèse que les deux bobines sont assez éloignées l'une de l'autre. Dans le présent article, l'auteur se propose de donner le terme général d'une série applicable au cas où les bobines sont très rap-


Galvanomètre.

Ateliers Ruhmkorff
INSTRUMENTS de PRECISION

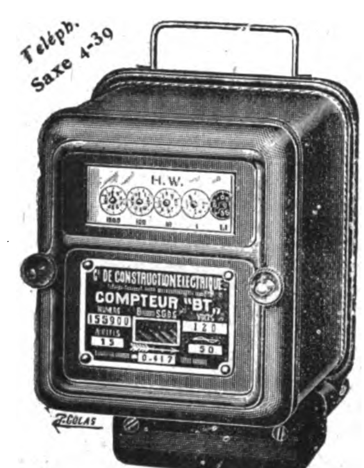
J. CARPENTIER

20, rue Delambre, PARIS. — *Téléphone* 705-65

MESURES ÉLECTRIQUES

ÉTALONS — BOITES de RÉSISTANCES
POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone — Ponts de Thomsc
GALVANOMÈTRES de tous systèmes
OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES de tous systèmes,
pour courants continus ou alternatifs
MODÈLES de TABLEAUX
MODÈLES de CONTROLE
BOITES de CONTROLE
ENREGISTREURS

ÉLECTROMÈTRES
pour toutes tensions jusque 200.000 volts
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles — Logomètres
OHMMÈTRES
Installation de mesures d'isolement
APPAREILS POUR LES ESSAIS MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES, INDICATEURS OU ENREGISTREURS
Modèles à couple thermo-électriques et à résistances



COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système "BT", breveté S. G. D. G.
Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc. Employés par la Compagnie Parisienne d'Electricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.

Plus de **300000** appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu et alternatif
Transformateurs de Mesure - Compteurs horaires

ÉMILE HAEFELY & Cie S. A., BALE (SUISSE)

Isolants pour l'Électricité.

Adr. télégr. MICARTA-BALE.

SPÉCIALITÉS

TUBES EN BAKÉLITE-MICARTA de toute épaisseur.
Longueurs maxima : 1000 mm. de 4 à 8 mm. de diamètre interne et 1700 mm. à partir de 8 mm. de diamètre interne.

CYLINDRES EN BAKÉLITE-MICARTA pour n'importe quelle tension pour transformateurs dans l'air ou dans l'huile.

PLAQUES EN BAKÉLITE-MICARTA
Epaisseur 1 à 20 mm. ;
Grandeur maxima 1250 × 2000 mm.

indéformables dans l'air et dans l'huile jusqu'à 170° C.
Tension d'essai 10000 volts par millimètre d'épaisseur.

CYLINDRES EN HAEFELYTE POUR TRANSFORMATEURS pour n'importe quelle tension.

PLAQUES EN HAEFELYTE
Epaisseur 1 à 20 mm. ;
Grandaur maxima 1500 × 2000 mm.

indéformables dans l'huile et dans l'air jusqu'à 120° C.
Tension d'essai 12000 volts par millimètre d'épaisseur.

MICARTAFOLIUM en rouleaux (création de la maison) pour l'isolation de bobines faites sur gabarit et pour la confection de caniveaux pour dynamos.

CANIVEAUX EN MICANITE pour machines à haute tension.

BORNES HAUTE TENSION de type spécial.
Fabrication en série normale pour tensions de régime jusqu'à [illegible] volts.

RÉFECTION COMPLÈTE DES ENROULEMENTS des machines haute tension et transformateurs de construction, puissance et tension quelconques, suivant procédés spéciaux. Compoundage.

RÉPARATION de Machines électriques et Transformateurs.

Laminage et Tréfilerie de Cuivre.

prochées. Il calcule aussi plusieurs séries pour le coefficient de self-induction d'un solénoïde.

Coefficients d'induction mutuelle de bobines excentriques, S. Butterworth (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, mai 1916, p. 443-454). — Dans certains modèles d'inductances variables une des bobines se déplace de telle sorte que son plan reste parallèle et à une distance constante d'une bobine fixe. On arrive ainsi à faire passer le coefficient d'induction d'une valeur très élevée à zéro, puis à changer son signe pour un très petit déplacement à partir de cette position. L'emploi de bobines excentriques présente un certain intérêt pour la détermination du coefficient d'induction mutuelle entre deux courants circulaires désaxés. Pour traiter ce problème, il suffit de considérer l'induction mutuelle entre les deux cercles comme une fonction potentielle de la position du centre du cercle mobile. L'auteur justifie cet énoncé par le raisonnement suivant : Remplaçons le cercle mobile par la carcasse magnétique équivalente et considérons la variation de l'énergie potentielle de cette carcasse quand on la promène dans le champ magnétique engendré par le courant du cercle fixe. Il est clair que la variation de l'énergie potentielle de chaque élément de la carcasse suit la loi du potentiel et comme, dans le mouvement de translation, tous les éléments éprouvent le même déplacement, l'énergie potentielle de tout le système doit varier conformément à la loi du potentiel. Il y a donc identité entre l'énergie potentielle du schéma magnétique et le coefficient d'induction mutuelle des deux cercles. Quand ceux-ci sont parallèles, l'induction mutuelle, considérée comme une fonction potentielle, a une distribution symétrique par rapport à l'axe de la bobine fixe, de sorte que, si l'induction mutuelle est déterminée pour la position coaxiale des bobines, on la déduira, pour une position quelconque, par les méthodes ordinaires qui permettent de calculer le potentiel. L'auteur traite les cas : 1° de deux bobines égales et coaxiales, et, par extension, de bobines désaxées; 2° de deux bobines inégales et coaxiales et, par extension, de bobines désaxées. Le sujet donne matière à de longs développements en séries; les valeurs numériques d'un certain nombre de coefficients sont rassemblés dans plusieurs tableaux.

Relation entre les propriétés électriques et magnétiques du fer pur et la grosseur des cristaux; F.-C. Thompson (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, avril 1916, p. 357-366). — Depuis 1902 déjà, le professeur W.-M. Hicks avait remarqué la grande perméabilité qui caractérisait les alliages du fer avec l'aluminium, le silicium et le phosphore. Or ces derniers métaux incorporés au fer augmentent la grosseur des cristaux; il y avait donc lieu de rechercher l'influence du nombre et de la grosseur de ces cristaux sur les propriétés électriques et magnétiques du fer. — Pour un champ donné, l'induction maximum reste constante, tandis que la force coercitive, les pertes par hystérésis et la dureté du métal augmentent avec le nombre de cristaux par unité de longueur de l'éprouvette. En représentant par e les pertes par cycle et H la dureté mesurée par la méthode de Brinell, on a entre ces deux grandeurs la relation $e = 30\,H^{1,5}$. La résistivité varie très peu avec le nombre de cristaux par centimètre cube; elle est donnée par la formule : $\rho^2 = 6,83 + 1,72\,n \times 10^{-3}$ microhm par centimètre cube; n représente le nombre de cristaux par centimètre de l'échantillon. On fait varier le nombre de cristaux par des traitements calorifiques appropriés, par exemple, en chauffant l'échantillon à 900° C., puis le refroidissant dans des conditions déterminées.

La susceptibilité magnétique des gaz; W.-P. Roop (*Physical Review*, 2e série, t. VII, mai 1916, p. 529-542). — Continuation d'un travail dont les premiers résultats ont été publiés dans *Physical Review*, t. II, 1913, p. 497. Actuellement, l'auteur s'occupe de la susceptibilité de l'oxygène. Après une description détaillée de l'appareil qui a servi aux mesures et une discussion des erreurs possibles, il donne pour la susceptibilité magnétique de l'oxygène

$\chi = 1{,}459 \times 10^{-6}$ pour des champs de 7495 et 3405 gauss. M. Weiss avait trouvé $1{,}4073 \times 10^{-6}$ et Piccard $1{,}407 \times 10^{-6}$ pour un champ de 21 000 gauss.

L'absorption des gaz dans les tubes à vide et phénomènes connexes; S. Brodetsky (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, mai 1916, p. 478-490). — Ce phénomène a été l'objet d'un grand nombre de recherches; on l'a successivement attribué aux causes suivantes : 1° réaction chimique entre le gaz et le verre; 2° réaction chimique entre le gaz et la cathode; 3° réaction chimique ou mécanique entre le gaz et l'anode; 4° action chimique due à l'azote; 5° occlusion mécanique du gaz dans le verre; 6° occlusion mécanique du gaz dans la cathode; 7° occlusion mécanique du gaz dans les particules arrachées de la cathode. C'est à cette dernière explication que l'auteur semble avoir été conduit par les résultats de ses expériences. Avec des électrodes métalliques, la majeure partie de l'absorption est due aux particules séparées des électrodes; une faible partie seulement du gaz disparaîtrait par suite d'une combinaison qu'il formerait avec les métaux alcalins libérés par électrolyse du verre.

Note sur des expériences destinées à établir la réfraction des rayons X; Ch.-G. Barkla (*Philosophical Magazine*, 6e série, t. XXXI, avril 1916, p. 257-260). — Un mince pinceau de rayons X traverse deux fentes étroites taillées dans deux lames de plomb disposées verticalement à 50 cm l'une de l'autre. L'image directe qu'il produit sur une plaque photographique placée à 150 cm en arrière du dernier écran est une ligne verticale très fine n'ayant pas plus de 0,01 mm de largeur A quelques centimètres de cet écran on place, l'un au-dessus de l'autre, mais avec leurs arêtes réfringentes opposées, deux prismes à angle droit formés de deux cristaux de bromure de potassium. Dans ces conditions toute réfraction des rayons transmis devra se traduire pas deux déplacements en sens contraires de la moitié inférieure et de la moitié supérieure du pinceau. Or une plaque rapide avec des poses de 5 à 8 heures n'a jamais donné autre chose qu'une ligne droite verticale, confondue avec l'image primitive, bien que l'observation sous un très petit angle aurait permis de reconnaître un écart de 0,025 mm. Le faisceau transmis à travers le prisme n'a donc subi aucune déviation. Il est naturellement possible que si une radiation seulement de fréquence déterminée s'était réfractée d'une façon appréciable, l'intensité de l'image aurait été trop faible pour se distinguer nettement sur la plaque. L'auteur en conclut que l'indice de réfraction d'un cristal de bromure de potassium, pour une longueur d'onde voisine de 5×10^{-9} cm est compris entre 0,999 995 et 1,000 005.

Particules α de longue portée émises par le thorium; E. Rutherford et A.-B. Wood (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, avril 1916, p. 379-386). — En observant une source intense de dépôt actif du thorium par la méthode de la scintillation, l'un des auteurs avait remarqué la présence d'un petit nombre de scintillations brillantes capables de traverser une épaisseur de matière équivalente à 11,3 cm d'air à la pression de 760 mm et à la température de 15° C. Ces scintillations provenaient sans aucun doute de particules α qui avaient un libre parcours moyen supérieur à tous ceux connus jusqu'à ce jour. Les auteurs ont donc entrepris de nouvelles expériences pour confirmer leurs premières constatations. Une tige de cuivre de 1 mm de diamètre est exposée à une forte émanation de radiothorium ou de mésothorium, de telle sorte que la concentration du dépôt actif se fasse juste à l'extrémité de la tige. Au bout de deux jours, celle-ci est enlevée et placée à 4 mm d'un écran au sulfure de zinc, sur lequel on pointe un microscope de faible grossissement et dont l'axe optique soit sur le prolongement de la tige. L'écran est recouvert d'une lamelle de mica dont l'épaisseur correspond à 8,6 m d'air, qui est la portée maximum actuellement connue des particules α du thorium C. Pour allonger le parcours on intercale des feuilles minces d'aluminium réglées à 1,25 mm d'épaisseur d'air équivalente. Les résultats sont traduits dans des courbes ayant pour abscisses les portées et pour ordonnées, les nombres relatifs de particules. Or on remarque que, de 8,6 à 9,3 cm, le nombre des particules est constant, puis, qu'il décroît rapidement de 9,3 à 11,1 cm; au delà on ne distingue plus aucune scintillation. La branche descendante de la courbe est en réalité composée de deux parties rectilignes qui n'ont pas le même coefficient angulaire,

et des expériences plus précises montrent que l'on se trouve vraisemblablement en présence de deux groupes distincts de corpuscules α ayant des portées de 10,2 et 11,3 cm. A titre de vérification les auteurs ont construit les mêmes courbes pour les deux groupes bien connus de particules α du thorium C caractérisés par des portées de 5 et 8,6 cm. A chacun d'eux correspond un palier, tandis que le passage de l'un à l'autre a lieu par une chute beaucoup plus brusque que celle constatée dans les premières courbes. On peut donc faire deux hypothèses : ou les particules α ayant un long libre parcours sont expulsées avec des vitesses différentes pour des limites très étroites de la portée, ce qui les différencie nettement des particules α des produits radioactifs ordinaires qui sont tous projetés avec la même vitesse; ou il y a effectivement deux groupes de particules α distincts, ayant chacun une portée caractéristique. C'est cette dernière explication qui est conforme aux faits; car la première droite s'arrête à la portée correspondant à 10,2 cm et à ce moment il reste environ les $\frac{3}{5}$ du nombre total de particules ayant une portée de 11,3 cm. Les auteurs concluent donc que ces nouvelles particules α dérivent d'une désintégration du thorium C et constituent la $\frac{1}{10000}$ partie du nombre total de particules émises par ce corps. L'explosion de l'atome de thorium C donnerait ainsi naissance à quatre espèces de rayons α caractérisés par des libres parcours moyens de 5; 8,3; 10,2 et 11,3 cm.

Rapport entre la dispersion rotatoire magnétique et la théorie électronique. Nombre d'électrons et relations additives; S.-S. Richardson (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, mai 1916, p. 454-478). — L'un des problèmes soulevés par la théorie des électrons consiste à se servir de données optiques pour déterminer le nombre de résonateurs présents dans la molécule d'une substance. Il a été traité par certains auteurs en faisant état des constantes de la dispersion; d'autres ont employé les constantes de l'absorption. Le présent travail a pour but de chercher une solution à cette question en se basant sur la dispersion rotatoire magnétique.

VARIETES.

Le procédé Mannesman pour la fabrication des tubes métalliques sans soudure (*La Nature*, 13 mai 1916, p. 316-317). — L'article décrit le principe des machines qui permettent de transformer un bloc cylindrique plein de fer, d'acier, de cuivre, de bronze ou de laiton en des tubes sans soudure.

Quelques explications théoriques et pratiques sur l'occupation des voies ferrées par des conducteurs d'énergie électrique; Paul Bougault (*La Lumière électrique*, 8 avril 1916, p. 25-28). — « Il est plus facile de traverser dix routes qu'un chemin de fer) », disait un jour un électricien rompu à toutes les difficultés administratives (cependant si nombreuses) que rencontrent les distributeurs d'énergie électrique dans la pratique de leur profession. Cela est vrai et il faut en chercher la raison dans ce fait que si, pendant bien longtemps, on n'a pas eu d'indication technique sur les ouvrages exigés, on a eu ensuite des circulaires ou arrêtés un peu contradictoires, ce qui n'a pas simplifié le problème à résoudre. L'article de M. P. Bougault, renseignera les intéressés sur l'autorité compétente pour donner l'autorisation dans les différents cas qui peuvent se présenter.

Les lois sur le travail et les accidents arrivés aux électriciens âgés de moins de 18 ans: P. Bougault (*Lum. élect.*, 3 juin 1916, p. 221-224). — D'après l'article 72 du Livre II, paru le 26 octobre 1910, du Code du travail et de la prévoyance sociale, certains travaux sont interdits aux ouvriers âgés de moins de 18 ans et parmi ces travaux figurent la conduite et surveillance des lignes, appareils et machines électriques dont la tension de régime dépasse 600 volts en courants continus et 150 volts en courants alternatifs. Or ce n'est un secret pour personne que les sociétés de distribution d'énergie électrique n'ont pu maintenir leur exploitation durant la guerre qu'en embauchant un personnel âgé de moins de 18 ans; les inspecteurs du travail le savent d'autant mieux que bien des sociétés les ont avisés de cette infraction à la loi nécessitée par les circonstances actuelles. — Un jeune ouvrier électricien de la Société de Fure et Morge ayant été électrocuté en remplissant un transformateur à haute tension, son père assigna la Société en 3000 fr de dommages intérêts. Le tribunal civil de Grenoble vient de rendre à ce sujet un jugement d'après lequel une expertise aura à déter-

miner s'il y a faute de l'employeur. M. P. Bougault discute ce jugement qu'il considère comme regrettable.

La législation des brevets d'invention; M. Bouchi (*Elettrotecnica*, 5 juillet 1916, p. 407-412). — L'auteur examine les caractéristiques de l'invention dans l'état actuel de l'industrie et de la technique. L'invention étant le résultat d'une véritable organisation industrielle plutôt que le résultat d'un effort individuel, il affirme et il démontre que la protection de l'invention se confond avec la protection de l'industrie nationale. — Il résume les critériums qui doivent régler la législation des brevets et il examine comme ils sont appliqués dans les lois créées par les États de l'Union et par ceux qui n'y appartiennent pas, en relevant les défauts de la législation italienne qui, tout en suivant la législation française n'a subi aucune modification essentielle depuis 1859, à l'exception de celles nécessitées par les conventions internationales avec l'Allemagne qui l'ont plutôt empirée. — Rappelant les études faites par une commission ministérielle présidée par le sénateur Colombo en 1909, l'auteur expose les critériums qui devraient inspirer la nouvelle législation pour l'individualisation des découvertes, pour la revendication, pour l'examen préventif ou discussion publique, pour la publication et recours, pour la déchéance, pour l'expropriation, la permission et pour la taxation, etc. Il souhaite enfin que le Gouvernement veuille prendre les dispositions relatives pour faciliter les progrès de notre industrie après la guerre.

Pour l'industrie nationale : Pour un syndicat entre constructeurs; E. Cesari. (Communication à l'Association électrotechnique italienne, Livourne, novembre 1915 (*Elettrotecnica*, 25 mai 1916, p. 316.)

Pour l'industrie nationale : Voix et actions isolées et collectives; G. Utili (*Elettrotecnica*, 25 mai 1916, p. 317).

La rédemption économique de l'Italie et la culture professionnelle; O. Arena (*Elettrotecnica*, 25 juin 1916, p. 382-389). — L'auteur pose comme base de la rédemption économique de son pays une culture professionnelle large et répandue dans tous les champs pour la formation d'hommes compétents dans l'agriculture, l'industrie, le commerce, la marine, et par conséquent aussi dans les administrations de l'État. Il a été amené à cette conviction par les études de M. Victor Cambon sur l'Allemagne et par la conférence faite par ce dernier à la Société des Ingénieurs civils de Paris. Il passe en revue les problèmes fondamentaux formant la base de la rédemption économique de l'Italie, et qu'il réduit à quatre : problème administratif (avec la réforme des écoles d'où provient le personnel; problème des eaux (d'importance capitale pour délivrer l'Italie de l'esclavage de la houille noire); problème de la sidérurgie (la résolution duquel dépend des fours électriques et de l'énergie à bon marché) et problème de la marine, qui étant un problème d'industrie navale, se rattache aux précédents.

La collaboration mutuelle entre l'industrie électrique et les autres industries; A. Pugliese (*Elettrotecnica*, 5 juillet 1916, p. 412-416). — La guerre a créé des difficultés à plusieurs industries italiennes à cause de leur dépendance de la production étrangère. Pour délivrer l'industrie nationale de cet assujettissement on a fait nombre d'études et de propositions, mais personne n'a examiné la question du point de vue de la collaboration de l'industrie électrique avec les autres industries. L'auteur démontre avec des exemples et des données combien cette collaboration a été avantageusement exploitée par les concurrents étrangers dans la conquête du marché italien. Il engage donc les maisons électrotechniques italiennes à suivre cet exemple et à créer un groupe d'ingénieurs spécialistes qui étant en rapport direct avec leurs collègues des autres industries, peuvent connaître les besoins de celles-ci et les satisfaire au mieux.

Les spécifications de l'American Institute; R. Norsa (*Elettrotecnica*, 5 avril 1916, p. 199-202).

La participation des physiciens au travail industriel; M. Ascoli (*Elettrotecnica*, 15 avril 1916, p. 223-224). — Discussion faite le 5 mars 1916 au Congrès de la Société italienne de Physique à Rome.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES

SYSTÈME BERTHOUD-BOREL & Cie

Siège social et Usine : 41, Chemin du Pré-Gaudry, LYON

CABLES ARMÉS - Condensateurs industriels à très haute tension

Plusieurs kilomètres de câbles sont en service à **LYON** Transport à courant continu Moutiers-Lyon 50000 volts. Câbles triphasés pour tension normale 40000 volts.

Chlorates de Potasse, de Soude et de Baryte
Cyanures, Ammoniaque, Acide Fluorhydrique, Fluorures

Sodium, Peroxyde de Sodium, Eau Oxygénée, Procédés L. Hulin

Perborate de Soude, Procédé G.-F. Jaubert
Licence des Brevets 336062, 2900, 348456 et 350388

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE

Capital : 10000000 de francs. — Fondée en 1889

PARIS IX — 2, Rue Blanche — PARIS IX

Adresse télégraphique : Trochim-Paris — 82-84 Central 82-85

USINES : à Saint-Michel-de-Maurienne (Savoie). — Saint-Fons (Rhône). — La Barasse (Bouches-du-Rhône). — Les Clavaux, par Rioupéroux (Isère). — Villers-Saint-Sépulcre (Oise). — Vallorbe (Suisse). — Martigny-Bourg (Suisse).

SOCIÉTÉ DE MOTEURS A GAZ ET D'INDUSTRIE MÉCANIQUE

Société anonyme au Capital de 5000000 de francs.

Siège Social : 135, Rue de la Convention. Paris

Téléphone : SAXE 9-18 :: SAXE 18-91 — *Adresse télégraphique :* OTTOMOTEUR-PARIS

MOTEURS à gaz pauvre, gaz de ville, essence, pétrole, alcool, marque OTTO. — A combustion interne de toutes puissances à un ou plusieurs cylindres, marque DIESEL.

MACHINES à FROID et à GLACE de toutes puissances et pour toutes applications, système FIXARY, nouveaux compresseurs.

POMPES CENTRIFUGES HAUTE PRESSION (Pression non limitée). BASSE PRESSION (Débit non limité).

RENSEIGNEMENTS, DEVIS ET PLANS SUR DEMANDE

A VENDRE

Un Groupe Électrogène

Puissance 250 chevaux, sous 8 kil. de pression, à la vitesse de 150 tours par minute, composé d'une machine à vapeur verticale, compound, cylindres en parallèle, actionnant directement un alternateur triphasé 3000 volts, 50 périodes, construit par la Société Alsacienne de Belfort.

Un Groupe Électrogène

Puissance 1200 à 1500 chevaux, sous 8 kil. de pression, à la vitesse de 82 tours par minute, composé d'une machine horizontale, compound, cylindres en tandem, distribution à soupapes, système Collmann, construite par les ateliers BIETRIX LEFLAIVE et Cie, de Saint-Étienne, actionnant un alternateur triphasé 3000 volts, 50 périodes, système Labour de la Société l'Éclairage Électrique.

S'adresser à la Compagnie Centrale d'Électricité de Limoges.



MARCEL CADIOT

INSTRUMENTS DE MESURE

WESTON

Demandez Notice A-1914

31, Rue de Maubeuge, 31
PARIS
Téléph. : **Gutenberg 32-26**

MOTEURS - VENTILATEURS
ISOLANTS - VERNIS
TUBES ISOLATEURS

Matériel pour la Traction Électrique

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 98 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
123. Un dessinateur pour établir projets.
126. Dessinateurs. — Un secrétaire pour bureau d'études.
133. Un électricien ayant travaillé dans la traction.
136. Un métreur.
139. Soudeurs et soudeuses connaissant spécialement les accumulateurs électriques.
144. Un chef de service pour un réseau de distribution.
146. Quatre ajusteurs, un tourneur, un manœuvre-mécanicien, six débardeurs pour le charbon,
147. Un conducteur d'usine génératrice.

DEMANDES D'EMPLOIS.

310. Ingénieur E.P.E.I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

150. Ingénieur s'occuperait quelques heures par jour de travaux, études, dessins, devis.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser, 27, rue Tronchet.*)

DEMANDES D'EMPLOI.

2720. Ingénieur diplômé de l'Institut électrotechnique de Toulouse ayant déjà rempli le poste d'ingénieur dans une société de construction et d'exploitation demande situation analogue.

2721, Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2743. Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.

2749. Directeur gérant d'usine électrique demande place analogue.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2753. Ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité demande place de chef de service dans construction ou exploitation de réseaux et installations électriques.

2754. Ingénieur I. D. N. demande place de chef de réseau.

PETITES NOUVELLES

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Russie. — L'Office national du Commerce extérieur, qui a déjà consacré de nombreux « Dossiers commerciaux » à la Russie, revient une fois de plus sur l'importance des perspectives commerciales qui s'ouvrent dans ce pays à nos fabricants et exportateurs. Tous les pays producteurs s'agitent en ce moment en vue d'être prêts pour la reprise des affaires. Des délégations de négociants et industriels se rendent actuellement en Russie pour étudier dans les principaux centres commerciaux et manufacturiers, les besoins à satisfaire après la guerre et les fournitures qui pourraient être faites dès maintenant.

L'esprit d'initiative qui inspire ces « tournées » peut être cité en exemple à nos compatriotes désireux de s'implanter sur le marché russe ou d'y développer leurs affaires.

Les événements en écartant l'Allemagne de ce marché ont mis en valeur son importance.

On cite le cas d'étrangers qui, en plus de l'importation directe, acquièrent de vastes domaines, apportent des capitaux, grâce auxquels ils s'assureront une place prépondérante en Russie.

On ne saurait donc trop inciter les commerçants et industriels français à profiter de l'occasion *unique* qui se présente pour eux de prendre la place laissée vacante par nos ennemis.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois en Égypte. — L'Office nous signale qu'en Égypte, et notamment à Alexandrie, la guerre a arrêté complètement tout commerce avec l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie. En même temps, les maisons allemandes et autrichiennes d'importation qui, au début de la guerre, n'avaient pas été entravées dans leurs commerce, ont été peu à peu amenées à fermer ou ont été mises en liquidation par ordre.

Le commerce austro-allemand ayant perdu ses sources d'approvisionnement et ses intermédiaires, le moment est opportun pour le commerce français de profiter de la situation, mais les circonstances actuelles ne permettant pas à nos fabricants et exportateurs de répondre suffisamment aux demandes de la clientèle égyptienne, ils n'ont qu'à poser des jalons pour l'avenir.

En ce qui concerne l'industrie électrique, l'Office signale plus particulièrement « les lampes de tous genres et parties de lampes, les instruments de précision, appareils électriques, téléphoniques, télégraphiques, etc. ».

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois au Maroc. — L'Office publie dans ses « Dossiers commerciaux » une intéressante communication de M. Lucciardi, Consul honoraire chargé du vice-Consulat de France à Tétouan au sujet du commerce français au Maroc et plus particulièrement sur le marché de Tétouan. Il fait remarquer, par suite de la suspension des services bimensuels de navigation, que le commerce de cette localité se trouve actuellement dans l'impossibilité de faire venir de France ou d'Algérie les articles et les produits qui lui sont nécessaires et ceux qu'ils se procuraient chez nos ennemis.

Il insiste sur l'intérêt qu'aurait le commerce français à :

1° Envoyer des représentants à Tétouan, des industriels et des maisons de commerce pourraient s'entendre pour confier leur représentation à un seul voyageur;

2° Envoyer dans le pays des prospectus, des catalogues, prix courants, etc. pour y faire la publicité qui manque;

3° Prendre dès maintenant, à l'exemple des Allemands, des commandes livrables après la guerre. Comme le marché de Tétouan a toujours été recherché par les Allemands, les industriels et commerçants français doivent et peuvent encore le conserver. Leur devoir est donc non seulement d'y maintenir leur situation, mais encore de l'élargir.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Pour l'industrie nationale. Créons l'industrie téléphonique; G. Magagnini (*Elettrotecnica*, 25 juin 1916, p. 396-397).

Le câble téléphonique pour le service de la ligne de traction triphasée Gênes-Ronco; E.-S. (*Elettrotecnica*, 15 juin 1916, p. 365-368). — Les câbles téléphoniques utilisés dans les installations de traction électrique doivent être étudiés avec soin pour éliminer l'induction des lignes à haute tension, et des lignes de contact. Un exemple remarquable de ces câbles est le câble téléphonique Gênes-Ronco, 31 km, qui sert pour la traction triphasée des Giovi. Ce câble a six paires de conducteurs du diamètre de 1,8 mm avec combinaison en multiple pour trois circuits supplémentaires. Le câble est porté par les poteaux de la ligne primaire à 50 000 volts et sa construction est spéciale pour éviter les effets d'induction et de contact avec la haute tension. Les caractéristiques de ce câble sont telles qu'on peut téléphoner à 120 km sur les circuits doubles. La pose aérienne et les détails de suspension de ce câble très lourd ont été l'objet d'une étude spéciale qui a conduit à des résultats très satisfaisants.

Des relais ou « répéteurs » téléphoniques; Pr. Schoitz (*Telephone Engineer*, analysé dans *Lumière électrique*, 8 juillet 1916, p. 35-39). — Jusqu'ici l'augmentation de la portée des transmissions téléphoniques a été obtenue en agissant sur la ligne elle-même, en particulier en intercalant sur celle-ci des bobines Pupin. Mais il existe un autre moyen d'accroître cette portée : c'est d'employer des relais qui, placés aux extrémités de chaque tronçon de la ligne, reçoivent les courants téléphoniques affaiblis d'un tronçon et les renvoient, après renforcement, dans le tronçon suivant. — La méthode la plus simple et la plus souvent employée dans la construction de ces relais consiste à faire réagir les mouvements du diaphragme d'un récepteur sur un microphone ; ces mouvements provoquent des variations dans l'intensité du courant traversant le microphone et le primaire d'un transformateur, dont le secondaire est relié au tronçon de ligne suivant. Toutefois des difficultés pratiques résultent de ce que ce renforcement des courants téléphoniques est généralement accompagné de déformations qui altèrent les sons transmis. Aussi de nombreux modèles de relais ou répéteurs téléphoniques ont-ils été imaginés; l'article donne la description de quelques-uns d'entre eux. — Le plus répandu est dû à l'Americain Shreeve qui utilise un type spécial de récepteur construit par Grundlach dans lequel un champ magnétique puissant est produit par le courant d'une pile; cet appareil, utilisé avec succès en Amérique, ne comporte pas de véritable diaphragme récepteur. Un autre relais, connu sous le nom de répéteur Randall, est disposé de façon que l'agglomération des granules microphoniques ne puisse se produire sous l'action des courants intenses qui les traversent. G.-S. Brown a imaginé plusieurs dispositifs dont les derniers types ont donné des résultats satisfaisants. — Depuis quelques années un autre principe est utilisé dans la construction des relais : la décharge électrique dans les gaz raréfiés. Taylor a tenté d'employer la lampe à mercure de Cooper-Hewitt; de Forest emploie un tube à rayons cathodiques; Lieben un tube à cathode chauffée électriquement. Dans ces tubes une faible variation de la différence de potentiel aux bornes produit une variation considérable du courant qui passe d'une électrode à l'autre; par suite si l'on relie ces électrodes à un circuit téléphonique, les faibles courants téléphoniques provoqueront une variation importante du courant de décharge et celui-ci pourra donner des courants induits intenses dans le second tronçon du circuit.

L'excitation électrique des circuits oscillants; E. Bellini (*La Lumière électrique*, 10 juin 1916, p. 241-245). — L'accouplement électrique des circuits oscillants présente des propriétés intéressantes qui diffèrent en quelques points de celles de l'accouplement magnétique. L'auteur donne la théorie de l'accouplement électrique, en examine quelques cas particuliers et fait remarquer quelques résultats propres de ce type d'excitation.

Sur la capacité des antennes en radiotélégraphie; G.-W.-O.

(1) Abréviations employées pour quelques periodiques : *J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.* *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *T. I. E. S.* *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Howe (*Electrician*, 28 août 1914, p. 829-832). — Dans cette étude, l'auteur s'occupe, non pas de la capacité équivalente de l'antenne, considérée comme faisant partie d'un circuit oscillant, mais de la capacité statique réelle. Lorsqu'on fait varier le potentiel, il est difficile de calculer la distribution de la charge dans l'antenne, cependant elle doit être telle que toutes les parties de l'antenne soient au même potentiel. Pour parvenir à un calcul pratique, l'auteur suppose d'abord l'antenne divisée en un grand nombre de petits éléments, placés bout à bout et isolés entre eux. Il est alors possible de distribuer uniformément la charge, et le potentiel, qui varie de point en point, peut être calculé facilement. Si maintenant nous connectons les éléments de l'antenne entre eux, il se produira un courant entre les points au potentiel le plus élevé et ceux au potentiel le plus bas, jusqu'à ce que le potentiel devienne le même en tout point. En écrivant que le potentiel final est égal à la valeur moyenne du potentiel, lorsque la charge est uniformément répartie, on arrive à obtenir la capacité. Cette méthode n'est qu'approximative, mais cependant suffisante dans la pratique; elle a été appliquée à tous les types d'antennes actuellement employées.

ÉCLAIRAGE

Projet de transformation du système d'éclairage public de Milwaukee; premier essai (*Electrical World*, 18 et 25 mars 1916; *Lum. élect.*, 20 mai 1916, p. 185-188). — Le projet de transformation prévoit l'installation de 6800 candélabres électriques nouveaux; avant de l'établir complètement un premier essai a été fait portant sur 176 candélabres au gaz et électriques. L'article fait connaître les dispositions générales du projet dont le devis atteint près de 7 millions de francs.

Nouveaux appareils pour l'éclairage électrique des trains (*Industrie électrique*, 25 avril 1916, p. 145-148). — L'auteur décrit le système Dick, employé sur certains réseaux français (Orléans et État) et un second système qui, d'après une communication faite l'an dernier à la réunion de San Francisco de l'A. I. E. E. est très employé en Amérique par plusieurs compagnies, notamment par la Compagnie Pullmann.

Conditions de l'Industrie des petites lampes électriques en Italie C. Clerici (*Elettrotecnica*, 5 avril 1916, p. 193-199). — Communication présentée à la section de Milan, le 18 février 1916, de l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Énergie des rayons β secondaires produits par des rayons γ partiellement absorbés; H.-F. Biggs (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, mai 1916, p. 430-438). — L'auteur expose comme suit l'objet et les résultats de ses expériences. — Rutherford a montré que les particules β, qui ont même spectre magnétique que la radiation β issue de Ra B et Ra C, possèdent une énergie mesurée par un nombre entier de quanta correspondant respectivement aux fréquences des rayons γ de Ra B et Ra C. D'autre part, Rutherford, Robinson et Rawlinson, en enveloppant un tube à émanation dans des feuilles de plomb, ont pu photographier le spectre magnétique des rayons β secondaires excités sur le plomb par les rayons γ de Ra B et Ra C; ils ont trouvé aussi que toutes ces trajectoires sont à peu près identiques à celles des rayons β primaires de Ra B. Les trajectoires des rayons β plus rapides de Ra C existent peut-être en même temps; mais elles ne sont pas faciles à discerner sur les plaques à cause de leur faiblesse relative et du voile dû à la dispersion qui se manifeste dans cette région. Ayant ainsi établi qu'il y a identité entre les spectres magnétiques des rayons β secondaires et des rayons β primaires, l'énergie des premiers, comme celle des seconds, est représentée par un certain nombre de quanta des rayons γ. Il s'agit de décider maintenant si ce nombre de quanta, que des rayons γ de fréquence donnée peuvent communiquer à des rayons β secondaires, est indépendant des rayons γ incidents ou si ces derniers, en perdant de l'énergie par leur passage à travers la matière, perdent aussi la faculté de produire des rayons β de grande énergie; par exemple, si des rayons γ capables de céder à un électron une énergie mesurée par $5h\nu$, ne donnerons plus $3h\nu$ après avoir traversé

la lame de plomb sous une épaisseur de 1 cm. Dans la limite des expériences réalisées pour élucider cette question, l'auteur n'a pas pu constater une action de la matière sur les rayons γ; incidemment, elles confirment l'hypothèse de Rutherford que la grande énergie impartie aux particules β les plus rapides dérive des rayons γ connus, chaque particule portant plusieurs quanta d'énergie γ; il faut rejeter, au contraire, l'hypothèse d'une radiation γ ayant une fréquence telle qu'elle n'exigerait qu'un seul quantum d'énergie.

Variations de la radioactivité des sources chaudes de Tuwa; A. Steichen (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, avril 1916, p. 401-402). — Dans *La Revue électrique* du 21 janvier 1916, page 58, nous avons résumé un article de R.-R. Ramsey sur la teneur en émanation des eaux de sources et qui arrivait à cette conclusion que le maximum de radioactivité coïncidait avec le maximum de débit des sources. M. Steichen a obtenu un résultat diamétralement opposé en opérant sur une source chaude et une source froide du village de Tuwa, dans les Indes, à 319 miles au nord de Bombay et ayant pour coordonnées géographiques, 22° 43′ de latitude et 73° 30′ de longitude. Les premières mesures ont été effectuées le 13 décembre 1910 et elles ont donné :

Source chaude :

Courant de saturation......	82,1 (U. M.)
Radioactivité...............	33 × 10⁻⁹ curie

Source froide :

Courant de saturation......	84,25 (U. M.)
Radioactivité...............	33,88 × 10⁻⁹ curie

Le 11 avril 1911, nouvelle visite dans laquelle l'auteur a constaté que le débit était moindre qu'en décembre et il a trouvé :

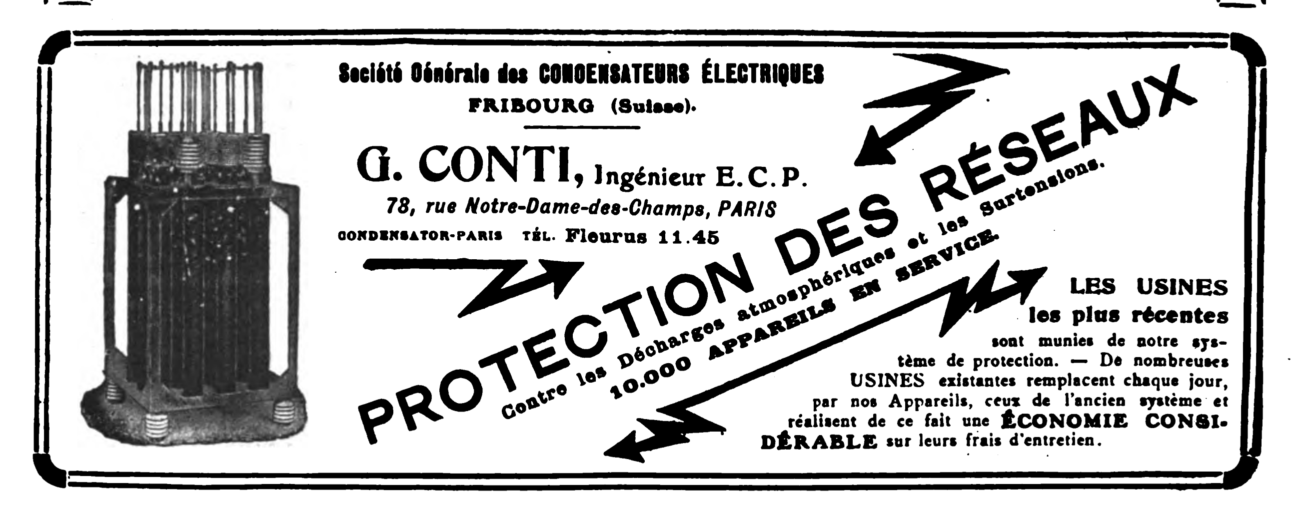
Source chaude :

Courant de saturation......	154,37 (U. M.)
Radioactivité...............	62,06 × 10⁻⁹ curie

Il y a donc augmentation de la radioactivité quand la source est basse. La source froide se comporte à peu près comme la source chaude, ce qui semble indiquer que la roche radifère est voisine de la surface du sol. Des mesures effectuées sur trois puits, dans le périmètre de la source, ont indiqué que leur radioactivité diminuait quand leur distance à la source augmentait : à 200 m, radioactivité 7,98 × 10⁻⁹ Curie; à 500 m, radioactivité 3,26 × 10⁻⁹ Curie; à 1400 m, radioactivité, 2,89 × 10⁻⁹ Curie. Ces résultats, d'ailleurs, n'infirment en rien ceux obtenus par Ramsey; ils indiquent seulement que le sens des variations de la radioactivité avec le débit d'une source dépend des conditions locales.

La variation avec la tension appliquée du courant positif émis par un fil de platine chaud; O.-W. Richardson et Ch. Sheard (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, juin 1916, p. 497-505). — **La variation des courants thermioniques avec la tension**; H. Lesler (*Ibid.*, p. 549-559). — L'un des auteurs avait remarqué que, si un fil métallique propre et chargé positivement est chauffé dans le vide, la relation $f(i, V)$ entre la tension et le courant, en tenant compte de la diminution de ce dernier avec le temps, est sensiblement linéaire, bien que la température du fil fût assez basse pour être certain qu'il n'y avait pas émission simultanée d'ions négatifs. Dans ces conditions on aurait dû constater un courant de saturation même pour des tensions très faibles; ce qui n'avait pas lieu. On a donc soumis le phénomène à de nouvelles recherches qui font précisément l'objet des deux présentes communications. — On emploie un tube de verre dont les électrodes sont constituées par une boucle de fil de platine chauffée électriquement et une lame de platine pour la cathode; on remplace quelquefois le tube de verre par un cylindre de laiton suivant l'axe duquel est tendu le fil de platine qui doit être chauffé et chargé positivement. Le tube fait alors l'office de cathode et reçoit les ions. Le fil est chauffé par un courant électrique et inséré dans l'un des bras d'un pont de Wheatstone arrangé en thermomètre à résistance et parcouru par le même courant. Les tensions sont appliquées au milieu d'une résistance





ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

CENTRALES ÉLECTRIQUES
POSTES DE TRANSFORMATION
TRANSPORTS DE FORCE A HAUTE TENSION
RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'ÉCLAIRAGE
ET DE FORCE MOTRICE
INSTALLATIONS D'USINES
TRACTION ÉLECTRIQUE

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

ARMAND D. RIVIÈRE ET Cie.

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE PAR ACTIONS AU CAPITAL DE 2.000.000 DE FRANCS

Téléph. Nord, 48-48 / Nord, 53-61

Télégrammes : Carpenrive-Paris

11 et 13, Rue de Belzunce, PARIS (X^e)

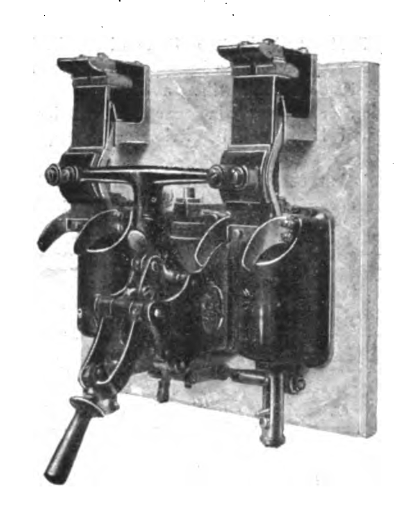
très élevée qui shunte le fil en dehors du tube. Enfin, l'appareil reste en relation permanente avec une pompe de Gaede qui permet d'atteindre des raréfactions de 2×10^{-4} à 5×10^{-5} mm de mercure, mesurées à la jauge de Mac Leod. Tous les appareils ont toujours donné les mêmes résultats que nous allons indiquer rapidement. Le fil étant maintenu à 451° C., la courbe $I\,(i, V)$ relevée au bout de deux heures est une droite très relevée sur l'axe des abscisses V jusqu'à 40 volts, où se dessine une légère convexité vers l'axe des V, puis la marche rectiligne reprend jusqu'à 400 volts, limite des tensions essayées. Au bout de 11 heures, on constate une diminution notable de l'intensité avec le temps, le fil étant toujours maintenu à la même température, quant à la forme de la courbe $I\,(i, V)$, elle est la même que la précédente; il en est ainsi encore au bout de 30 heures, sauf que la diminution de l'intensité est encore plus prononcée; les ordonnées correspondant à 400 et 280 volts sont réduites de 5 à 1 et de 3 à 1, par rapport à la première courbe. En résumé, il n'y a pas de courant de saturation. Les auteurs font remarquer que, pour revenir des dernières courbes aux premières, c'est-à-dire pour rafraîchir le fil, il y a plusieurs moyens. On laisse rentrer l'air dans le tube à la pression atmosphérique et on l'abandonne pendant 22 heures. Au bout de ce temps on refait le vide jusqu'à 0,0002 mm et l'on porte de nouveau le fil à la température de 342° C. En recommançant les premières expériences, on retrouve invariablement les résultats constatés dès le début. Rien ne laisse prévoir qu'il est possible d'atteindre un courant de saturation. Or cette augmentation continue du courant avec la tension peut être attribuée à plusieurs causes. Il faut écarter cependant la recombinaison, qui est l'obstacle principal à la saturation, puisque, ici, on ne constate pas de courant thermionique quand le fil est chargé négativement à la température à laquelle on mesure l'émission positive; de même est peu sensible l'ionisation par choc contre les molécules du gaz, par suite de la haute raréfaction qui existe, dans le tube. Il faut donc chercher une interprétation soit dans l'action du champ électrique sur l'émission issue du fil chaud, soit dans l'action que ce même champ peut produire indirectement par le choc des ions sur l'électrode négative. Certaines expériences antérieures des auteurs militent en faveur de cette dernière conclusion. Dans ces expériences, il apparaissait que des courants intenses à haut potentiel pouvaient être arrêtés par l'action de champs magnétiques transversaux relativement faibles, ce qui indiquait que les porteurs d'une partie de la décharge étaient des électrons expulsés de l'électrode froide; ultérieurement, cependant, on a montré que l'action du champ magnétique est parfois douteuse, en sorte que les résultats ne conduisent pas à une conclusion décisive. Tel était l'état de la question quand M. H. Lester a entrepris d'en poursuivre la solution. L'appareillage utilisé est à peu près le même que le précédent. Cet auteur a constaté le retard à la saturation indistinctement pour le courant positif et pour le courant négatif. L'expression $\frac{\Delta i}{i}$ mesure ce retard; i représente le courant ionisant à 40 volts et Δi la différence entre les courants à 400 et à 40 volts. Ce courant exceptionnel peut être dû : à une ionisation à la surface de l'électrode froide, à l'ionisation d'une couche de gaz ou de vapeur voisine de l'électrode chauffée ou à un phénomène localisé à la surface de l'électrode chaude. L'étude de ces trois éventualités a donné les résultats suivants. En plus de la décroissance avec le temps et de la variation avec le potentiel, il y a deux particularités qui caractérisent toutes les émissions étudiées. La première est un accroissement de Δi au début; la seconde une surintensité temporaire qui se manifeste quand le champ passe brusquement de 40 à 400 volts, pour retomber bientôt à une valeur constante. L'écart entre la surintensité et le courant constant est souvent de 150 pour 100. Enfin l'auteur fait encore état de la théorie de Richardson sur l'émission des thermions, théorie qui admet l'existence d'une discontinuité de potentiel à la surface du métal d'où s'échappe un électron pour montrer que tous ces faits sont compatibles avec l'existence d'une pellicule superficielle ionisée qui serait la cause de toutes les particularités observées aussi bien pour l'émission positive que pour l'émission négative.

Ionisation et dissociation de la molécule d'hydrogène. Formation de H_3: A.-J. Dempster (*Philosophical Magazine*, t. XXXI,



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

POUR HAUTES ET BASSES TENSIONS



Disjoncteur série G. B.
à déclenchement libre et à fermeture par genouillère.

Interrupteurs. Coupe-circuits. Disjoncteurs. Rhéostats. Démarreurs. Combinateurs. Limiteurs de tension. Parafoudres. Électro-aimants. Interrupteurs MONOBLOC :: Régulateurs syst. J.-L. ROUTIN.

TABLEAUX DE DISTRIBUTION

POUR

Stations Centrales. — Sous-Stations. — Postes de Transformation.

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

MICROPHONES POUR TOUTES DISTANCES

Type PARIS-ROME le plus puissant

MICROPHONE A CAPSULE

RÉCEPTEURS A ANNEAU, A MANCHE OU FORME MONTRE

LE MONOPHONE

Appareil combiné extra-sensible

TABLEAUX CENTRAUX — COMMUTATEURS " STANDARD "

Installations à Énergie Centrale

MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE

Matériel spécial pour les Chemins de fer, les Mines, l'Armée, la Marine

FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES

Sous Caoutchouc, Gutta, Papier, Coton, Soie, etc.

CABLES ARMÉS POUR TRANSPORT DE FORCE

Tensions jusqu'à 100.000 volts :: Laboratoire d'essai à 200.000 volts

CABLES POUR PUITS
et GALERIES DE MINES

CABLES ET TREUILS
de Fonçage.

CABLES TÉLÉPHONIQUES
Boîtes pour réseaux souterrains.

BOITES DE PRISE DE COURANT
pour GRUES de quais, etc.

APPAREIL BREVETÉ, système A. LÉAUTÉ, pour essais par résonance des CANALISATIONS ÉLECTRIQUES A HAUTES TENSIONS.

p 438-443). — Ces expériences sont une reprise de l'étude de J.-J. Thomson sur les rayons-canaux dans l'hydrogène (*voir* le *Cours de Physique générale* de H. Ollivier, t. I, p. 554-557). Rappelons seulement que le principe de ces recherches consiste à soumettre un faisceau de rayons positifs à la fois à un champ électrique et un champ magnétique. Dans ces conditions un ion de charge *e*, de masse *m* et de vitesse *v* décrit une trajectoire parabolique ayant pour équation $y^2 = \frac{a^2}{b} \times \frac{m}{e} x$, où *a* et *b* sont des constantes calculables d'après les dimensions de l'appareil et la valeur des champs électrique et magnétique. Pour avoir $\frac{e}{m}$, il suffit de connaître le paramètre de la parabole; or il se déduit avec une très grande précision des trajectoires imprimées sur une plaque photographique. On a alors $\frac{e}{m} = \frac{2pb}{a^2}$; ou bien on mesure directement la charge transportée en recevant les ions dans un cylindre de Faraday. Soit, d'autre part, *M* l'atome-gramme ou la molécule-gramme correspondant à un ion de masse *m* et $N = 6{,}85 \times 10^{23}$ la constante d'Avogadro, on a $m = \frac{M}{6{,}85 \times 10^{23}}$ et $\frac{e}{m} = \frac{9649}{M}$. — Cette dernière relation donnera *M*. En expérimentant avec un tube à décharge, J.-J. Thomson a trouvé pour l'hydrogène trois paraboles correspondant à $M = 1$, $M = 2$ et $M = 3$ ou aux trois composés désignés par H_1 (atome de H), H_2 (molécule de H), et H_3. Ce dernier, après différentes hypothèses, a été finalement considéré comme un gaz stable, qui aurait entre autres propriétés la faculté de se combiner à l'oxygène et au mercure sous l'action de la décharge électrique. C'est cette stabilité que conteste A.-J. Dempster. Ce dernier, pour produire les rayons positifs, utilise l'ionisation produite par les électrons expulsés d'une cathode de Wehnelt et accélérés dans un champ convenable. Les ions traversent un tube étroit T placé dans un champ magnétique et électrique et en déplaçant convenablement une fente S, on reçoit dans un cylindre de Faraday successivement chaque espèce de corpuscule caractérisé par sa parabole propre. Le mode de génération des ions permet d'opérer avec un champ constant et aussi faible qu'on le désire, de sorte qu'il suffit de faire varier la pression du gaz pour étudier le phénomène. — L'auteur a illustré ses résultats par des courbes obtenues en portant en abscisses les champs déviants et en ordonnées les charges mesurées dans le cylindre de Faraday. Avec des ions de 800 volts et de l'hydrogène à la pression de 0,01 mm de mercure, la courbe montre trois maxima en escalier dans l'ordre H_1, H_2 et H_3, c'est-à-dire que l'on constate la présence d'atomes de H, de molécules de H et d'un composé de poids atomique 3. En abaissant la pression à 0,0017 mm, il y a une diminution notable des maxima correspondant à H_1 et H_3; ils disparaissent complètement pour une pression de 0,0005 mm, telle que celle qui règne dans l'ampoule à charbon plongée dans l'air liquide. Ces phénomènes sont bien dus à la diminution de pression et non pas à l'élimination de certains constituants du gaz par le charbon, comme l'auteur s'en est assuré. Il en tire les conclusions suivantes. Dans un vide élevé le libre parcours moyen des molécules étant très grand, il en résulte que les molécules positives formées par les corpuscules de la cathode de Wehnelt n'ont que très peu de collisions avec les molécules d'hydrogène; ces molécules positives sont donc analysées dans les conditions même où elles se trouvent aussitôt après leur ionisation. Les électrons d'une vitesse de 800 volts ionisent donc l'hydrogène en enlevant une simple charge à la molécule, mais ils sont incapables de dissocier le gaz, c'est-à-dire, incapables de résoudre la molécule en atomes. Quand la pression augmente, ces molécules positives entrent en collision avec les molécules du gaz en avant de la cathode et de ces collisions résulte une dissociation du gaz. Quand ce dernier processus a lieu, le composé complexe H_3 prend naissance; mais on ne peut pas le considérer comme un gaz stable, puisqu'il n'existe pas tant qu'il n'y a pas dissociation des molécules d'hydrogène. Ces expériences confirment les conclusions de R. Millikan que l'ionisation produite par les rayons β et les rayons X de toute dureté consiste dans la séparation d'une charge élémentaire de la molécule neutre, quand les électrons ont une vitesse de l'ordre de celle indiquée ci-dessus, soit 800 volts.

p. 438-443). — Ces expériences sont une reprise de l'étude de J.-J. Thomson sur les rayons-canaux dans l'hydrogène (*voir* le *Cours de Physique générale* de H. Ollivier, t. I, p. 554-557). Rappelons seulement que le principe de ces recherches consiste à soumettre un faisceau de rayons positifs à la fois à un champ électrique et un champ magnétique. Dans ces conditions un ion de charge e, de masse m et de vitesse v décrit une trajectoire parabolique ayant pour équation $y^2 = \frac{a^2}{b} \times \frac{m}{e} x$, où a et b sont des constantes calculables d'après les dimensions de l'appareil et la valeur des champs électrique et magnétique. Pour avoir $\frac{e}{m}$, il suffit de connaître le paramètre de la parabole; or il se déduit avec une très grande précision des trajectoires imprimées sur une plaque photographique. On a alors $\frac{e}{m} = \frac{2pb}{a^2}$; ou bien on mesure directement la charge transportée en recevant les ions dans un cylindre de Faraday. Soit, d'autre part, M l'atome-gramme ou la molécule-gramme correspondant à un ion de masse m et $N = 6{,}85 \times 10^{23}$ la constante d'Avogadro, on a $m = \frac{M}{6{,}85 \times 10^{23}}$ et $\frac{e}{m} = \frac{9649}{M}$. — Cette dernière relation donnera M. En expérimentant avec un tube à décharge, J.-J. Thomson a trouvé pour l'hydrogène trois paraboles correspondant à $M = 1$, $M = 2$ et $M = 3$ ou aux trois composés désignés par H_1 (atome de H), H_2 (molécule de H), et H_3. Ce dernier, après différentes hypothèses, a été finalement considéré comme un gaz stable, qui aurait entre autres propriétés la faculté de se combiner à l'oxygène et au mercure sous l'action de la décharge électrique. C'est cette stabilité que conteste A.-J. Dempster. Ce dernier, pour produire les rayons positifs, utilise l'ionisation produite par les électrons expulsés d'une cathode de Wehnelt et accélérés dans un champ convenable. Les ions traversent un tube étroit T placé dans un champ magnétique et électrique et en déplaçant convenablement une fente S, on reçoit dans un cylindre de Faraday successivement chaque espèce de corpuscule caractérisé par sa parabole propre. Le mode de génération des ions permet d'opérer avec un champ constant et aussi faible qu'on le désire, de sorte qu'il suffit de faire varier la pression du gaz pour étudier le phénomène. — L'auteur a illustré ses résultats par des courbes obtenues en portant en abscisses les champs déviants et en ordonnées les charges mesurées dans le cylindre de Faraday. Avec des ions de 800 volts et de l'hydrogène à la pression de 0,01 mm de mercure, la courbe montre trois maxima en escalier dans l'ordre H_1, H_2 et H_3, c'est-à-dire que l'on constate la présence d'atomes de H, de molécules de H et d'un composé de poids atomique 3. En abaissant la pression à 0,0017 mm, il y a une diminution notable des maxima correspondant à H_1 et H_3; ils disparaissent complètement pour une pression de 0,0005 mm, telle que celle qui règne dans l'ampoule à charbon plongée dans l'air liquide. Ces phénomènes sont bien dus à la diminution de pression et non pas à l'élimination de certains constituants du gaz par le charbon, comme l'auteur s'en est assuré. Il en tire les conclusions suivantes. Dans un vide élevé le libre parcours moyen des molécules étant très grand, il en résulte que les molécules positives formées par les corpuscules de la cathode de Wehnelt n'ont que très peu de collisions avec les molécules d'hydrogène; ces molécules positives sont donc analysées dans les conditions même où elles se trouvent aussitôt après leur ionisation. Les électrons d'une vitesse de 800 volts ionisent donc l'hydrogène en enlevant une simple charge à la molécule, mais ils sont incapables de dissocier le gaz, c'est-à-dire, incapables de résoudre la molécule en atomes. Quand la pression augmente, ces molécules positives entrent en collision avec les molécules du gaz en avant de la cathode et de ces collisions résulte une dissociation du gaz. Quand ce dernier processus a lieu, le composé complexe H_3 prend naissance; mais on ne peut pas le considérer comme un gaz stable, puisqu'il n'existe pas tant qu'il n'y a pas dissociation des molécules d'hydrogène. Ces expériences confirment les conclusions de R. Millikan que l'ionisation produite par les rayons β et les rayons X de toute dureté consiste dans la séparation d'une charge élémentaire de la molécule neutre, quand les électrons ont une vitesse de l'ordre de celle indiquée ci-dessus, soit 800 volts.

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 132 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
123. Un dessinateur pour établir projets.
126. Dessinateurs. — Un secrétaire pour bureau d'études.
133. Un électricien ayant travaillé dans la traction.
136. Un métreur.
138. Ingénieur bien au courant des compteurs électriques.
139. Soudeurs et soudeuses connaissant spécialement les accumulateurs électriques.
140. Un contremaitre pour la fabrication de l'appareillage électrique.
141. Magasinier, de préférence un mutilé de la guerre.
141. Monteurs électriciens.
142. Monteurs électriciens.
144. Un chef de service pour un réseau de distribution.
145. Monteurs électriciens.
146. Un bon monteur électricien connaissant les voitures.
147. Ajusteurs tourneurs.
147. Manœuvres mécaniciens.
147 *bis*. Un conducteur pour usine génératrice.
148, Un monteur électricien.
150. Un chef d'équipe pour la fabrication de l'appareillage.
151. Un jeune ingénieur.
151. Un chef d'nu petit secteur indépendant.
152. Dessinateur pour construction de l'appareillage électrique.

DEMANDES D'EMPLOIS.

310. Ingénieur E.P.E.I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

150. Ingénieur s'occuperait quelques heures par jour de travaux, études, dessins, devis.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser, 27, rue Tronchet.*)

DEMANDES D'EMPLOI.

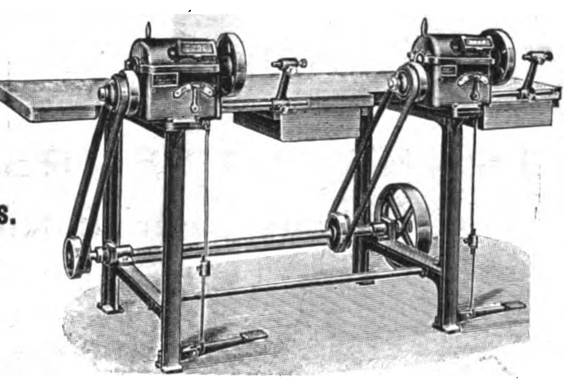
2720. Ingénieur diplômé de l'Institut électrotechnique de Toulouse ayant déjà rempli le poste d'ingénieur dans une société de construction et d'exploitation demande situation analogue.

2721, Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2743. Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.



PETITES NOUVELLES

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois au Chili. — La Chambre de Commerce française de Santiago du Chili a établi un rapport très documenté pour rechercher les articles d'importation allemands et austro-hongrois susceptibles d'être remplacés par des articles français.

L'Office du Commerce extérieur publie ce rapport dans les « Dossiers commerciaux » et nous apprend que le matériel d'appareillage électrique est exclusivement fabriqué en Allemagne. Les grosses maisons allemandes ont des succursales installées au Chili et de ce fait enlèvent toutes les affaires du ressort de l'industrie électrique. De plus, les Allemands accordent à leurs clients de grandes facilités de paiement (jusqu'à 2 ans sans intérêts), leur matériel de bonne qualité est très bon marché, cela plus spécialement pour les grosses machines, moteurs, dynamos, tramways, etc.

Enfin le règlement gouvernemental, concernant les installations électriques, est basé sur le règlement des ingénieurs allemands pour le même objet.

Au Chili, le courant continu de 220 volts est le plus employé pour la lumière et celui de 440 volts pour la force motrice. A leur défaut, il est fait usage de courant alternatif triphasé à 110 et 220 volts.

Pour prendre une place importante sur le marché chilien, il est nécessaire :

1° De consentir des crédits ;

2° D'accepter les conditions de paiement en usage sur le marché, les renouvellements de traites;

3° De satisfaire le goût du pays et ne pas chercher à imposer le sien ;

4° De faire voyager régulièrement avec un bonstock d'échantillons, des personnes sérieuses, compétentes et parlant l'espagnol, d'avoir des agents-représentants dans un centre important du pays, Santiago ou Valparaiso par exemple;

5° De soigner les emballages des expéditions.

En résumé la place à prendre par nos constructeurs et fabricants français est importante et intéressante : elle vaut bien qu'un effort soit tenté dans ce sens.

Les turbines hydrauliques de grande puissance des usines américaines. — On rencontre fréquemment, dans les stations centrales américaines, des turbines hydrauliques de puissance unitaire de près de 20 000 ch; en voici quelques-unes :

	Puissance	Vitesse angulaire
Grace, Idaho	16500 ch	514 t : min.
Tallullat Falls	17000 —	514
Big Bead turbine .... 18000 et	18500 —	400
Shavinigan Falls	18500 —	215
Lages Rives	19000 —	300
Big Creek	23500	

A l'Exposition de San Francisco figurait une roue Pelton-Francis de 20 000 ch, à 360 t . min, pour une chute de 150 m.

Le système métrique et l'Angleterre. — Nous avons déjà signalé que l'emploi des mesures métriques dans les ateliers anglais chargés de fournir aux alliés du matériel de guerre avait provoqué un mouvement important en faveur de l'adoption du système décimal. Ce mouvement vient d'avoir sa consécration par le vœu suivant formulé par le Conseil de la Cité de Londres et adressé au président du Board of Trade et au chancelier de l'Echiquier.

« Considérant les grands avantages que le marché britannique recueillerait sur les marchés étrangers par l'usage du système décimale des monnaies, poids et mesures, exprimons le vœu que des mesures soient prises pour l'introduction immédiate de ce système, de manière qu'il soit déjà mis en pratique à la fin de la guerre »

Journal du Four électrique et de l'Électrolyse. — Ce journal, dirigé par R. Pitaval, ingénieur civil des Mines, a repris depuis le 15 août sa publication, suspendue pendant deux ans par suite de la mobilisation de son directeur et de la plupart de ses collaborateurs.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

Adaptation des moteurs à courant continu à de nouvelles conditions de fonctionnement; H.-L. Smith (*Electrician*, 18 août 1916, p. 657-659). — Il est souvent désirable de modifier un moteur à courant continu de manière à le faire fonctionner dans de nouvelles conditions de vitesse ou de tension. L'auteur se propose de montrer dans cette étude que généralement cette modification peut être réalisée facilement et à peu de frais. Dans ce but il commence par rappeler les principes généraux de fonctionnement du moteur à courant continu et en déduit ce qu'il convient de faire pour modifier la vitesse de régime, mettre au point la régulation, modifier la tension d'alimentation. En dernier lieu il examine aussi le cas où l'on désire utiliser un moteur comme machine génératrice.

La commande électrique des gouvernails. A. Foillard (*Génie civil*, 29 juillet 1916, p. 65-70). — Bien que l'électricité permette le plus commodément la commande à distance, la commande des gouvernails se fait encore le plus souvent par moteur à vapeur même sur les navires possédant une installation électrique; suivant l'auteur il y a à cela plusieurs raisons dont les principales paraissent être les suivantes. — Lors des premières applications de l'électricité à la commande des gouvernails, la question a été mal engagée par toutes les marines, en admettant, *a priori*, par assimilation avec ce qui existait pour les appareils à vapeur, qu'il était indispensable de disposer d'un asservissement automatique. Partant de là, de nombreux systèmes sont apparus, tous très ingénieux, mais aussi très compliqués, et cette complication eut pour effet, malgré les bons résultats obtenus avec certains dispositifs, de jeter une suspicion sur ces appareils et de retarder le développement de ces applications. Or l'asservissement, tel qu'on l'avait conçu au début, consistant à avoir un moteur électrique suivant exactement les impulsions données à la roue à bras de commande, comme avec les appareils à vapeur ou amenant la barre à l'angle désigné par un levier constituant le manipulateur du poste de commande, n'était pas nécessaire. Il suffit, et l'expérience l'a confirmé, que le timonier ait sous les yeux un axiomètre lui indiquant, à chaque instant, la position du safran par rapport à l'axe du navire, et sous la main un manipulateur de commande à distance du moteur électrique, permettant de faire tourner celui-ci à volonté dans les deux sens, et de le stopper lorsqu'un la barre est arrivée à l'angle voulu. Or, l'axiomètre et le commutateur de manœuvre peuvent être établis très simplement. — D'autre part, on a invoqué des raisons de sécurité. On admet, en effet, qu'un dispositif mécanique, largement établi et bien au point, donne une sécurité dont on ne trouve pas l'équivalent dans un dispositif électrique, toujours susceptible d'un court circuit subit pouvant le paralyser momentanément. — On a objecté également que la commande électrique conduisait à augmenter très notablement le poids des appareils. Cette critique est résultée en grande partie des comparaisons faites, dans des conditions un peu anormales, entre un groupement d'appareils ayant le bénéfice d'une longue mise au point et des systèmes nouveaux dont, par mesure de précaution, on avait par trop exagéré l'importance. — Les premières applications de l'électricité à la commande des gouvernails remontent assez loin. En France, elles ont été poursuivies avec méthode et prudence par notre Marine nationale, pour aboutir, après bien des phases successives et progressives, à une solution tout à fait rationnelle. — En Allemagne, les essais effectués aboutirent à un insuccès; aux Etats-Unis, les résultats, sans être aussi mauvais, ne furent pas jugés satisfaisants; en Angleterre il semble n'y avoir eu, pour ainsi dire aucune tentative d'électrification; en Italie on étudia sur le *Vittorio-Emmanuele* un système basé sur le principe du pont de Wheatstone avec relais polarisés. — L'auteur donne alors quelques détails sur les dispositifs essayés en

(1) Abréviations employées pour quelques périodiques : *J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

ANCIENNE MAISON MICHEL & CIE

COMPAGNIE POUR LA

Fabrication des Compteurs

ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme : Capital 9 000 000 de Francs.

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

MODÈLE B	pour Courants continu et alternatif.
HG A MERCURE	pour Courant continu.
O' K	pour Courant continu.
A. C. T.	pour Courants alternatif, diphasé et triphasé.

Compteurs suspendus pour Tramways.
Compteurs sur marbre pour tableaux. — Compteurs astatiques.
Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maxima, à dépassement.
Compteurs pour charge et décharge des Batteries d'Accumulateurs.
Compteurs à tarifs multiples (Système Mähl). — Compteurs à paiement préalable (Système Berland).

A. C. T. III.

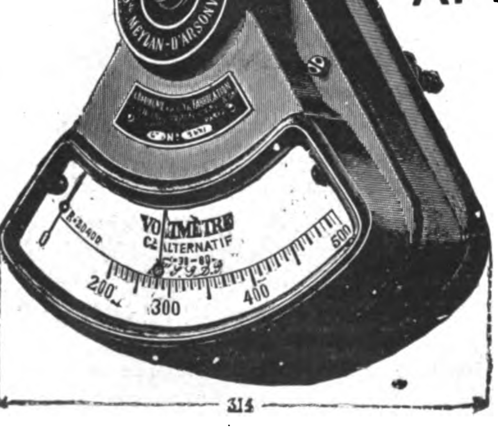
Adresse télégraphique
COMPTO-PARIS

COMPTEURS

Téléphone
SAXE :
71-20, 71-21, 71-22



Système MEYLAN-d'ARSONVAL



INDICATEURS & ENREGISTREURS pour courant continu et pour courant alternatif, thermiques et électromagnétiques.
Appareils à aimant pour courant continu.
Appareils Indicateurs à Cadran lumineux.
Fluxmètre Grassot, Ondographe Hospitalier. Boîte de Contrôle.

Voltmètres - Ampèremètres - Wattmètres

La Maison reste ouverte pendant la durée des hostilités et est en mesure de fournir tout le matériel qui lui sera commandé.

France depuis 1892, qui pour la plupart sont dus aux établissements Sautter-Harlé et dont quelques-uns ont été utilisés sur des navires étrangers; 16 figures complètent leur description. — Dans ses conclusions l'auteur résume comme il suit les principaux avantages qui militent en faveur de la commande électrique des gouvernails : « Suppression, dans les compartiments de l'arrière, des longues tuyauteries de vapeur dont les inconvénients sont bien connus : condensations importantes, échauffement des compartiments, ruptures intempestives de conduites, etc.; suppression, dans les locaux de l'arrière, des trépidations dues aux coups de piston des moteurs à vapeur de la barre; meilleur rendement général. A ces avantages généraux de la commande électrique viennent s'ajouter les avantages particuliers propres au dispositif spécial à deux moteurs décrit précédemment et qui sont : une très grande sécurité de fonctionnement résultant du dédoublement de tous les appareils électriques: la possibilité de doubler, en cas de danger, la vitesse de déplacement du gouvernail, en utilisant les deux moteurs à la fois; la faculté de multiplier à volonté les postes de manœuvre et également de disposer de postes mobiles de secours sans qu'il en résulte aucun inconvénient, même si l'on manœuvre de plusieurs postes à la fois; enfin le groupement de tout le mécanisme sur un même socle simplifie l'installation à bord et réduit le service d'entretien. »

TRACTION.

La traction électrique et l'avenir des chemins de fer; Emilior Belloni (*Elettrotecnica*, 25 juillet 1916, p. 460-467). — L'auteur est d'avis que les progrès de l'automobile et des routes pourraient décharger les chemins de fer des arrêts intermédiaires, des dérivations des lignes principales, de l'encombrement en certains moments de la journée, et du service de luxe, fait avec tout le confort, la vélocité et la liberté pour ceux qui peuvent les payer Il prévoit et il propose l'exploitation électrique avec des trains légers se suivant à courts délais selon le trafic de chaque ligne. Il compare ensuite les résultats que l'on obtiendrait avec trois différents types d'unités mobiles (de 5, de 35 et de 500 tonnes respectivement) avec ceux des services des tramways. Pour la première fois on trouve dans cet article des conclusions de caractère général sur la traction électrique sur chemins de fer, avec le concours ou mieux en combinaison avec la voiture automobile sur route ordinaire : avec l'automobile le problème est simplifié et dans la plupart des cas on obtient une sensible économie d'installation et d'exploitation.

Coup d'œil sur les tramways; A.-V. Mason (*L'industrie des Tramways et des Chemins de fer*, décembre 1915, p. 121-124). — Sous le titre humoristique et presque intraduisible de « Glimpses into the obvious », l'auteur, qui est directeur général du South Metropolitan Electric Tramways, a fait à la VIIe assemblée de l'Association anglaise des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local (Londres, 16 juillet 1915) une communication sur les détails de l'exploitation de lignes de tramways, en se plaçant au point de vue des moyennes et petites entreprises où l'économie est une des principales considérations. Il examine successivement la délivrance des tickets, leur poinçonnage, les attributions des inspecteurs, le prix des places, l'instruction des mécaniciens, le paiement des salaires, etc., et enfin 30 questions d'ordre secondaire.

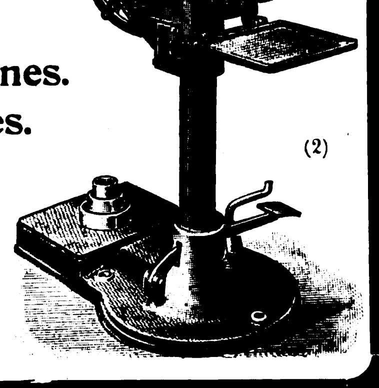
Les tramways pendant la guerre; J.-W. Dugdale (*L'Industrie des Tramways et Chemins de fer*, décembre 1916, p. 124-125). — L'auteur, qui est directeur général des Tramways municipaux de Oldham, a fait sur ce sujet une communication à l'Assemblée de l'Association anglaise des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local qui eut lieu à Londres le 16 juillet 1915; c'est la traduction de cette communication qui est donnée dans l'article qui nous occupe. M. Dugdale y passe en revue les difficultés soulevées par le défaut de main-d'œuvre et la cherté des matières premières. Il donne à propos de celles-ci un tableau intéressant indiquant les variations du prix de la tonne de rails depuis une cinquantaine d'année : d'après ce tableau le prix de la tonne qui était de 252 fr en 1870 est monté régulièrement jusqu'à 453 fr en 1873; il a ensuite baissé brusquement à 303 fr en 1874, à 202 fr en 1875, à 164 fr en 1876, puis, plus lentement, jusqu'à 101 fr, minimum qui fut atteint en 1888; en 1889, une hausse brusque l'amène à 176 fr; puis vient



Digitized by Google

une période de diminution s'étendant jusqu'en 1895 où le prix de la tonne n'est plus que de 88 fr; dès l'année suivante ce prix monte à 116 fr et s'élève à 176 fr en 1900 fr; depuis les cours varient irrégulièrement entre 113 fr, minimum atteint en 1904, et 176 fr qui est le cours du début de 1915; il faut s'attendre à des cours plus élevés. — Dans sa communication l'auteur envisage également la répercussion que l'augmentation des denrées alimentaires a eu sur les salaires des employés et par suite sur les dépenses des compagnies.

Le télégraphe et la traction monophasée: Devaux-Charbonnel (*Lumière électrique*, 1[er] avril 1916, p. 3-10) — Dans cet article, le cinquième et le dernier de l'étude, l'auteur examine comment on peut combattre l'induction, non pas en s'attaquant à ses effets, mais à sa cause, c'est-à-dire aux installations de traction. — La solution qui s'offre immédiatement à l'esprit consiste à utiliser pour l'alimentation des locomotives un double fil; mais alors l'installation monophasée devient aussi compliquée qu'une installation triphasée avec utilisation des rails comme troisième conducteur et la traction monophasée perd son principal avantage. Néanmoins M. Devaux-Charbonnel insiste pour que cette solution soit envisagée, la complication qu'elle introduirait n'étant guère plus grande que celle des autres solutions envisagées et qui ne sont que des palliatifs — L'une de ces solutions, utilisée sur la ligne de Rjukan, en Norvège, consiste à placer aux bornes des génératrices des shunts résonnants supprimant les perturbations de fréquence 700 à 100 qui sont les plus gênantes pour les lignes téléphoniques; mais il faudrait mettre également de ces shunts aux bornes des motrices. La seconde consiste à relier les rails à l'usine par des feeders de retour; elle diminue l'importance des troubles, mais augmente le nombre des points où ils prennent naissance. Dans une troisième les deux conducteurs de travail d'une ligne à deux voies seraient alimentés par des courants de phases opposées en les reliant aux deux extrémités de l'enroulement d'un transformateur dont le milieu serait au sol; on peut l'appliquer à une ligne à voie unique en coupant le conducteur en deux portions. Une autre consiste à diviser le fil de travail en tronçons de faible longueur, alimentés par leurs milieux. Dans une sixième, chaque section est alimentée par deux transformateurs, un à chaque extrémité; dans une variante, proposée par MM. Vedovelli et Priestley, des impédances sont placées sur le fil de travail. On peut encore combattre l'induction statique par un fil spécial appelé *fil de contre-tension* qui, alimenté par un petit transformateur, se trouve porté à une tension opposée en phase à celle du fil de travail. L'induction magnétique peut être combattue d'une manière analogue par un fil de contre-courant. Sur les lignes du Norfolk and Western Railway on a utilisé des transformateurs-suceurs qui ont pour effet de forcer le courant de retour à circuler dans les rails de roulement. MM. Auvert et Ferrand ont perfectionné cette solution en faisant passer le courant de retour non plus dans les rails, mais dans un conducteur spécial relié à ceux-ci en divers points, conducteur que l'on peut placer aussi près que l'on veut du fil d'alimentation de manière à annuler les effets perturbateurs de celui-ci; le fil de travail est lui-même sectionné en autant de tronçons qu'il y a de liaisons entre les rails et le conducteur de retour. — M. Devaux-Charbonnel décrit alors un dispositif de protection pour la télégraphie, dû à MM. Latour et Le Boucher, et qui fait appel à un principe analogue. — Il passe ensuite aux conclusions générales de son étude, conclusions parmi lesquelles nous reproduisons les suivantes : « Les troubles causés par la traction monophasée ne peuvent être supprimés, en agissant uniquement sur les installations de lignes à courant faible. On peut espérer beaucoup mieux en s'attaquant à la cause du mal. Toutes les entreprises de traction s'y sont d'ailleurs résolues. Que convient-il de faire? Il faut s'efforcer de supprimer le champ électromagnétique extérieur. Ce champ n'existe pour ainsi dire pas dans les distributions ordinaires d'énergie. Il faudra se rapprocher des conditions de leur installation, qui consistent à équilibrer la circulation du courant par l'emploi de conducteurs égaux et symétriquement placés, entièrement métalliques, sans connexion directe avec le sol. Le système le plus parfait qui ait été présenté jusqu'ici à cet égard est celui proposé par MM. Auvert et Ferrand. Il est basé sur l'emploi de transformateurs


(2)

d'intensisé ou *suceurs*, qui sont chargés de ramener le courant des rails dans un conducteur parallèle et identique au conducteur de travail. Arrivera-t-on ainsi à une situation satisfaisante? Nous l'espérons et l'on entend dire de bien des côtés qu'à l'étranger des procédés analogues se sont montrés efficaces. Mais tout en s'excusant de terminer une étude aussi longue par un point d'interrogation, l'auteur voudrait bien que le lecteur lui permît de poser la question suivante : Si l'on est obligé de disposer, à côté du fil de travail, des conducteurs de distribution et de retour, des transformateurs, des liaisons aux rails, etc., sera-t-il beaucoup plus difficile et beaucoup plus cher de placer un deuxième fil de travail qui supprimera toutes les difficultés et qui fera rentrer la traction monophasée dans la catégorie des distributions ordinaires d'énergie, ne causant aucune gêne et aucun trouble aux installations voisines ? »

APPLICATIONS THERMIQUES.

Pour l'industrie nationale des applications thermiques de l'électricité; G. de Rossi. Communication à l'Association électrotechnique italienne, Naples 13 avril 1916 (*Elettrotecnica*, 20 mai 1916, p. 311-316). — Après avoir examiné au point de vue industriel et légal la question de l'exemption d'impôt en faveur de l'énergie électrique utilisée à d'autres usages que l'éclairage, l'auteur formule comme complément du projet de loi de mars 1916 les propositions suivantes : 1° exemption d'impôt non seulement en faveur des applications thermiques, mais de toutes les applications de l'électricité, l'éclairage uniquement excepté; 2° extension de la dite exemption aux taxes de consommation (octroi), imposées par les municipalités; 3° faculté dans le cas cumulatif de l'électricité pour l'éclairage et autres emplois, de payer soit l'impôt, soit la taxe municipale sous forme d'une redevance d'abonnement (droit d'usance).

Le chauffage électrique des fours de boulangers en Suisse (*Electro industrie*, 15 juillet 1916). — Le prix croissant du charbon en Suisse a appelé l'attention sur le chauffage électrique des fours de boulangerie, question dont on s'était déjà préoccupé en France il y a quelque vingt ans. D'après notre confrère les 260 boulangeries de Zurich consomment annuellement environ 360 000 fr de charbon; en y joignant les pâtisseries on peut estimer la dépense annuelle à 500 000 fr. La population des centres urbains où le chauffage des fours se fait au charbon (à la campagne on chauffe au bois) étant environ 12 fois et demi celle de Zurich, la dépense totale de charbon pour la cuisson du pain et de la pâtisserie est donc d'environ 6 250 000 fr pour toute la Suisse. Or on pourrait réduire notablement cette dépense en utilisant le chauffage électrique. Des essais faits en 1910, à Bâle, par la Société suisse des Maîtres boulangers ont montré en effet que « si l'on pouvait diminuer la dépense d'installation et de fonctionnement, on pourrait déclarer que le four de boulanger à chauffage électrique, en considérant sa propreté et sa commodité, est le four de l'avenir ». Et cette conclusion s'est trouvée appuyée par l'installation en 1911, par la Société Elektra, de Wadenswill, d'un four électrique de 11 m² de surface de chauffe qui depuis cette époque a fonctionné sans interruption; dans les premiers temps les dépenses de chauffage ont été très élevées, mais les tarifs de vente de l'énergie électrique ayant été abaissés, particulièrement pour la consommation de nuit, ce système de four devient de plus en plus avantageux.

Le chauffage électrique et les rendements; D. Civita (*Elettrotecnica*, 15 août 1916, p. 515-517). — Les auteurs qui se sont occupés dans ces derniers temps du problème du chauffage électrique en ont principalement envisagé le côté économique sans trop se préoccuper des autres avantages et ils ont basé leurs calculs sur la comparaison avec le chauffage au gaz ou au charbon. Pour une telle comparaison il faudrait connaître avec la plus grande exactitude les rendements de la combustion ou la dépense effective de chaleur pour obtenir un résultat déterminé, ce qui n'est pas possible parce

que dans toute opération de chauffage entre l'élément humain. Par conséquent pour évaluer la quantité de chaleur strictement nécessaire pour obtenir l'effet thermique désiré, on doit opérer directement en étudiant les conditions les plus avantageuses dans lesquelles on doit se placer pour obtenir le meilleur rendement, tout en réfléchissant qu'avec l'électricité on peut placer la source calorifique en contact avec le corps à chauffer. Par plusieurs exemples, l'auteur démontre qu'avec la cuisine électrique on peut faire de grandes économies de chaleur, parce qu'on peut régler la température; et il conclut que c'est une erreur que de partir des consommations de gaz pour évaluer la quantité d'électricité à employer pour la cuisson des aliments; à ce propos il rappelle l'erreur que l'on commettait dans le passé lorsqu'on prétendait établir le nombre des kilowatts nécessaires pour le fonctionnement des moteurs d'une usine, en partant de la consommation de charbon que l'industriel indiquait pour la machine à vapeur ou à gaz pauvre à substituer. — Même pour le chauffage des habitations l'auteur démontre la possibilité économique de substituer l'électricité au chauffage central à eau chaude; il ne croit pas qu'on puisse calculer la puissance électrique nécessaire en partant de la consommation de charbon dans les chaudières de l'installation parce que l'électricité peut chauffer directement sans passer par le chauffage de l'eau qui entraîne toujours de grandes pertes. Il rappelle enfin que lorsqu'un système va se substituer à un autre, en apportant des avantages hygiéniques, et qu'il est plus sûr, plus élégant, plus pratique, etc., on ne doit pas se préoccuper s'il coûte plus ou moins. En général, avec le progrès, toute famille dépense plus que dans le passé, mais la vie est plus agréable. La substitution du pétrole à l'huile, du gaz au pétrole, de l'auto à la voiture, a entraîné des surplus de dépense. Si l'on pouvait exprimer en chiffres tous les coefficients somptuaires, on pourrait même démontrer que les nouveaux systèmes dénoncent un progrès. On ne doit pas considérer l'élément économique tout seul. C'est un préjugé à combattre, et si l'on désire que le chauffage électrique entre dans l'économie domestique, il faut étudier les problèmes directement, en laissant de côté toute comparaison erronée.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

La théorie de l'ionisation par choc; K.-T. COMPTON (*Physical Review*, 2e série, t. VII, avril VII, avril 1916, p. 489-496 et mai 1916, p. 501-517). — La théorie de Townshend sur l'ionisation par choc a conduit à une formule générale qui répondait assez bien aux faits connus à cette époque. Cet auteur admet que les collisions des électrons avec les molécules ne sont pas élastiques, c'est-à-dire, que l'électron perd son énergie cinétique après chaque contact et qu'il ne peut y avoir ionisation que si la vitesse de l'électron atteint une certaine valeur critique caractéristique du gaz. Si l'on veut déterminer les valeurs de α et β qui représentent le nombre moyen des ions des deux signes formés par chaque ion positif et négatif en se déplaçant de 1 cm dans le gaz, on trouve des valeurs qui diffèrent de 1 pour 100, en plus ou en moins, des valeurs trouvées directement. L'auteur s'est donc proposé de reprendre la théorie de l'ionisation par choc sur des hypothèses plus élargies et en prenant comme point de départ la répartition des vitesses des ions dans un tube à décharge quand le courant qui traverse le gaz est assez faible pour que l'on puisse considérer le gradient du potentiel X comme uniforme. Il admet qu'il y a deux espèces de collisions : pour l'une, qui est celle de Townshend, le choc des électrons contre les molécules de gaz n'est pas élastique, c'est-à-dire que les électrons perdent leur énergie cinétique après chaque collision; pour l'autre, le choc des électrons contre les molécules de gaz est élastique, c'est-à-dire que l'énergie cinétique ne disparaît qu'après un certain nombre de rebondissements et s'il y a ionisation consécutive au choc. Enfin il se limite au cas où l'ionisation n'a lieu que par des électrons, ce qui exige que $\frac{X}{p}$ et d soient petits. X représente l'intensité du champ électrique supposé uniforme;

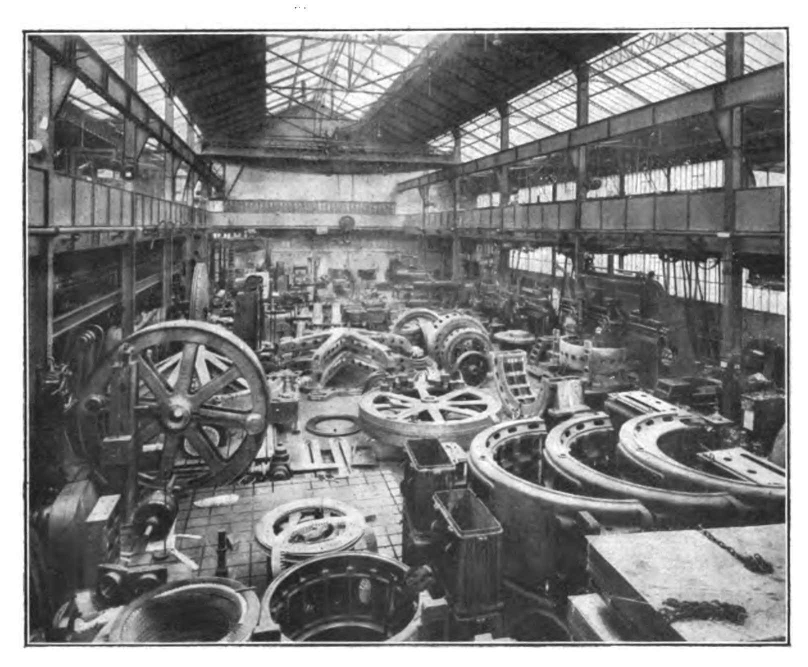
Cie ÉLECTRO-MÉCANIQUE

LE BOURGET (Seine)

Usines au BOURGET (Seine) et à LYON

Bureau de Vente à Paris : 94, rue Saint-Lazare.

AGENCES : *BORDEAUX, LILLE, LYON, MARSEILLE, NANCY, NANTES.*



Une nef des ateliers de grosse mécanique à l'usine de LYON.

TURBINES A VAPEUR *BROWN, BOVERI-PARSONS*

pour la **Commande des Génératrices électriques, des Pompes, des Compresseurs, des Ventilateurs;**
pour la **Propulsion des Navires.**

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE *BROWN, BOVERI.*

Moteurs monophasés à vitesse variable; Applications spéciales à l'Industrie textile et aux Mines.

Moteurs hermétiques pour Pompes de fonçage.

Commande électrique de Laminoirs et de Machines d'extraction.

Éclairage électrique des Wagons.

Transformateurs et Appareils à très haute tension, etc.

p, la pression du gaz et d, l'écartement entre l'anode a et la cathode c du tube de décharge. Avec de la lumière ultraviolette ou par tout autre moyen, on libère de la cathode c des électrons qui se déplacent vers a sous l'action du champ appliqué. L'auteur trouve que la distribution des vitesses est conforme à la loi de Maxwell et que la vitesse la plus probable est

$$v = \sqrt{\frac{eX}{(1+P)\nu m}}$$

pour un gaz non élastique;

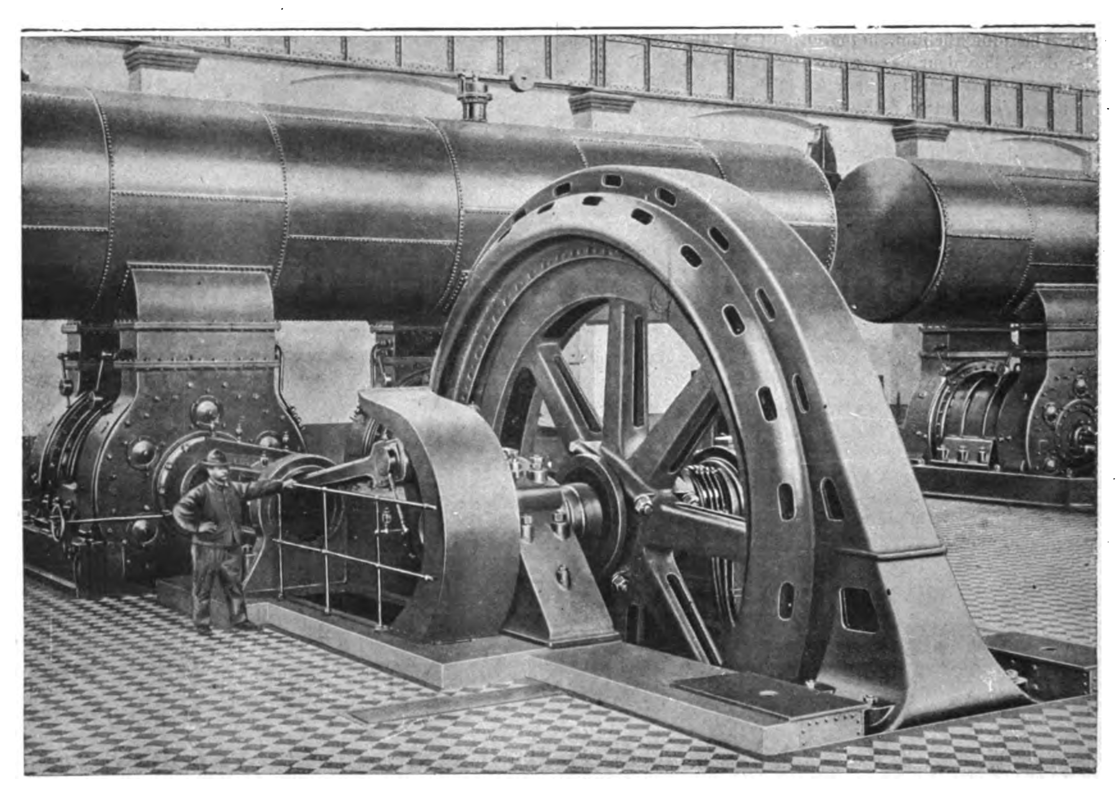
$$v = \frac{eX}{2P\nu m}$$

pour un gaz élastique (hélium, argon, néon); et enfin pour un mélange des deux, la valeur de v est très compliquée. Dans ces formules, e et m représentent la charge et la masse d'un électron; P, la probabilité qu'un électron ionise quand il entre en collision; ν, le nombre moyen de collisions d'un électron quand il parcourt 1 cm dans la direction du champ. Enfin, pour les deux espèces de gaz, l'auteur a aussi établi les formules qui donnent α. Malgré leur complication, elles ont conduit à des résultats qui concordent bien avec ceux fournis par l'expérience.

Mobilité des ions dans l'hydrogène; W.-B. Haines (*Philosophical Magazine*, t. XXXI, avril 1916, p. 339-347). — Suite des recherches signalées dans la *Littérature des Périodiques*, t. II de 1915, p. 25, avec cette différence que la mobilité des ions est mesurée à des pressions variées. Le dispositif expérimental est le même que celui décrit antérieurement et a conduit aux résultats suivants. Dans son état initial de pureté, le gaz donne naissance à un courant d'ionisation pour de très faibles différences de potentiel, en sorte que, si l'on porte en abscisses les tensions et en ordonnées les courants correspondants, on trouve au début très sensiblement des lignes droites, dans des limites très larges de tension. On en conclut que les porteurs, dans le gaz, sont des électrons qui se meuvent assez librement pour qu'un petit nombre seulement s'accrochent d'une manière permanente aux molécules d'hydrogène. Cet état n'est pas de longue durée, car au bout de quelques heures le nombre des électrons diminue en nombre et il apparaît des gros ions, de mobilité bien définie; le changement se traduit par une modification dans l'allure de la courbe. Au bout d'une journée seulement, on constate la présence des gros ions A. Il existe : un ion positif, un gros ion négatif A de mobilité $k = 70,4$ cm : sec à la pression de 8,6 cm de mercure, un ion négatif moyen B de mobilité $k = 139$ cm : sec à la même pression et enfin un ion négatif C de plus grande mobilité, mais moins étudié que les précédents. Pour les ions A et B on a, entre la pression P et la mobilité k la relation rigoureuse Pk = const.; cette constante est égale à 604,7 pour A; 1206, pour B. Trois expériences seulement sur l'ion C ont donné, pour Pk, les nombres 3010, 3105 et 3054; avec ce dernier les expériences sont très délicates et encore incomplètes. En calculant les mobilités par la formule de Townshend, on trouve une concordance remarquable entre les valeurs mesurées et les valeurs calculées pour les ions négatifs A et B et pour l'ion positif. L'auteur conclut que dans l'ordre CBA et ion positif, les ions sont formés d'agrégats contenant 1, 3, 6 et 9 molécules d'hydrogène par charge électronique.

Influence de la température sur la résistance, la sensibilité et le taux de recouvrement de certains cristaux de sélénium métallique; K.-J. Dietrich (*Physical Review*, 2e série, t. VII, mai 1916, p. 551-560). — Les cristaux étudiés sont de trois espèces : hexagonal, acyclique et monoclinique. L'échantillon est pressé entre deux électrodes de platine et inséré dans un pont de Wheatstone; on l'éclaire en projetant sur lui la lumière d'une lampe Nernst alimentée sous 115 volts fournis par une batterie d'accumulateurs; la température est mesurée par un couple cuivre-constantan dont l'une des soudures est engagée sous le cristal, tandis que l'autre est maintenue à 0°. Il faut maintenir aussi constants que possible l'intensité lumineuse, la pression, la tension et le temps de recouvrement; la température seule est variable. Un dispositif pendulaire permettait de supprimer la lumière et d'insérer le galvanomètre, mesurant la conductivité, 0,02 seconde après cette suppression, autrement dit les mesures étaient faites dans l'obscurité au bout d'une période uniforme de 0,02 seconde. — Le taux de

SOCIÉTÉ ALSACIENNE
DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES
BELFORT



Soufflerie électrique de M. M. de Wendel, à Hayange.
1000 **HP**, 71 tours, 3000 volts, 25 périodes.

CHAUDIÈRES, MACHINES A VAPEUR, MOTEURS A GAZ

TURBINES A VAPEUR Système ZOELLY

DYNAMOS de toutes puissances à courant continu et à courants alternatifs

TABLEAUX DE DISTRIBUTION, TRANSFORMATEURS, COMMUTATRICES

MOTEURS POUR LAMINOIRS — MACHINES D'EXTRACTION ÉLECTRIQUES

LOCOMOTIVES ET TRAMWAYS ELECTRIQUES — FILS ET CABLES ISOLÉS, CABLES ARMÉS

MOTEURS SPÉCIAUX A VITESSE VARIABLE

pour Filatures, Tissages, Impressions, Blanchiment et Papeteries

LOCOMOTIVES A VAPEUR, MACHINES-OUTILS, MACHINES POUR L'INDUSTRIE

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE STATIONS CENTRALES POUR VILLES, MINES, USINES,

recouvrement est défini par le rapport $\frac{\Delta C}{C}$, où ΔC représente la variation de conductibilité immédiatement consécutive à l'irradiation, pendant le temps Δt. Or le professeur Brown a montré que, dans ces conditions, la diminution de conductivité est due à une recombinaison des ions obéissant aux mêmes lois que la recombinaison dans les gaz ionisés. Si le nombre des électrons qui participent à la conduction est proportionnel à la conductivité, le taux de recombinaison se calculerait, par analogie avec les gaz, par la formule $\alpha = -\frac{\Delta C}{C^2 \Delta t}$ où C est la conductivité acquise sous l'action de la lumière et α le coefficient de recombinaison. L'auteur a trouvé que le coefficient de recombinaison décroît quand la température augmente. Par exemple, pour le cristal hexagonal α tombe de $3{,}640 \times 10^{-7}$ à $0{,}316 \times 10^{-7}$ quand la température s'élève de $-85°$ C. à $+79°$ C.; mais si α est variable, le produit αC est constant. On peut donc écrire que le taux de recouvrement

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = \alpha C^2 = \alpha C . C = \beta C,$$

c'est-à-dire proportionnel à la conductivité acquise sous l'illumination. Cette proportionnalité ne semble pas très exacte aux hautes températures. — La résistance dans la lumière et dans l'obscurité, en général, décroît quand la température croît; on remarque, quelquefois, une légère augmentation entre 0° C et 50° C. — Au point de vue pratique, on définit la sensibilité à la lumière d'un cristal de sélénium de trois manières différentes : 1° c'est le rapport du changement de résistance $R_0 - R_c$ à la résistance dans l'obscurité R_0 ou $\frac{R_0 - R_c}{R_0}$; 2° c'est le rapport de la résistance sous l'action de la lumière R_c à la résistance R_c dans l'obscurité; 3° ou enfin c'est la différence entre les conductivités correspondant à la lumière et à l'obscurité $C_c - C_0$. L'expérience montre que la conductivité croît très peu avec la température; en général, on constate une augmentation de $-89°$ jusqu'aux températures comprises entre 30° C. et 50° C., puis une décroissance.

VARIÉTÉS.

Appareil électrique d'auscultation, d'exploration clinique et de physiologie expérimentale; Jules GLOVER (*C. R. Acad. Sc.*, 22 mai 1916, p. 795-798). — Poursuivant, à l'état physiologique et à l'état pathologique, l'étude des applications de la transmission à distance des vibrations de la voix que l'auteur a appelées solidiennes (*Comptes rendus*, 1915, t. 160, p. 685), *De l'auscultation de la voix solidienne à distance en clinique pour le diagnostic précoce du début de la tuberculose pulmonaire* (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 22 février 1916, *Littérature des Périodiques*, t. XXII, 16 juillet 1915) par opposition aux vibrations aériennes, parce que, contrairement à ces dernières, elles sont propagées par les tissus et organes à toute la surface du corps, même sur les membres, où l'on peut les recueillir, l'auteur a étendu ces recherches aux vibrations provoquées, dans les mêmes conditions, par la circulation cardio-vasculaire et par les mouvements de la respiration. — Il place un galvanomètre dans un circuit constitué par un microphone, le primaire d'une bobine d'induction et une batterie de piles. La plaque du microphone étant soumise à des déformations périodiques, le galvanomètre se trouve parcouru par un courant variant périodiquement. M. Glover a pu ainsi démontrer que non seulement les vibrations solidiennes de la voix, mais les pulsations produites par la circulation cardio-vasculaire et les oscillations résultant des mouvements de la respiration, peuvent être recueillies à distance et mesurées par l'intermédiaire d'une unité électrique, le milliampère.

L'oxygène ozonisé dans le traitement des plaies de guerre; F. BORDAS (*C. R. Acad. Sc.*, 5 juin 1906, p. 887-888). — L'auteur a employé avec succès l'ozone, sous la forme d'eau ozonisée, ou mieux d'oxygène ozonisé, pour le traitement des plaies infectées, à la place de l'eau oxygénée, dont l'action est beaucoup trop superficielle.

L'électrotechnique et la vie nouvelle d'Italie; G. SEMENZA (*Elettrotecnica*, 25 juillet 1916, p. 478-487). — Conférence à la section de Naples de l'Associazione elettrotecnica Italiana du 15 avril 1916.

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 162 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
136. Un métreur.
138. Ingénieur bien au courant des compteurs électriques.
139. Soudeurs et soudeuses connaissant spécialement les accumulateurs électriques.
144. Un chef de service pour un réseau de distribution.
147 *bis*. Un conducteur pour usine génératrice.
147. Manœuvres mécaniciens.
151. Un jeune ingénieur.
151. Un chef d'nu petit secteur indépendant.
152. Dessinateur pour construction de l'appareillage électrique.
161. Fondeurs, malaxeurs, manœuvres.

DEMANDES D'EMPLOIS.

310. Ingénieur E.P.E.I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

150. Ingénieur s'occuperait quelques heures par jour de travaux, études, dessins, devis.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser*, 27, *rue Tronchet.*)

DEMANDES D'EMPLOI.

2721, Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2743. Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

Les exportations et importations anglaises de matériel électrique en juillet 1916. — La valeur des exportations de matériel électrique au cours de juillet a atteint 12 193 930 fr en décroissance sur celle des exportations de juin qui s'était élevée à 15 087 700 fr par suite d'une importance considérable de l'exportation de matériel télégraphique pendant ce dernier mois. Les importations se sont élevées à 5 342 850 fr (dont 3 149 000 fr venant des États-Unis) contre 7 917 425 fr en juin.

La majeure partie des exportations est destinée à l'Australie et îles environnantes qui ont importé pour environ 2 500 000 fr de matériel anglais. La France vient au second rang avec 1 818 000 fr environ. Les Indes, avec 1 4 0 000 fr; la Russie avec 800 000 fr, les Indes néerlandaises avec 760 000 fr; la Chine avec 600 000 fr, la République Argentine, la colonie du Cap de Bonne-Espérance, le Natal, avec plus de 400 000 fr chacun, viennent ensuite.

L'importation anglaise en France a surtout porté sur le matériel de télégraphie (676 525 fr), le matériel de téléphonie (403 900 fr), les machines électriques (482 600 fr).

Le tableau des importations en Angleterre montre que les lampes à incandescence sont fournies principalement par la Hollande qui, sur un total de 844 175 fr en a importé à elle seule pour 752 950 fr. le reste provenant presque exclusivement des États-Unis. Une bonne partie de ces lampes sont réexportées dans les colonies anglaises.

Installation de fours électriques à acier à Salt Lake City. — On a pu voir par les informations publiées à ce sujet que le développement énorme qu'a prise aux États Unis la fabrication des munitions de guerre a conduit les métallurgistes à augmenter considérablement le nombre des fours électriques à acier. D'après *Mining and Engineering World*, l'American Foundry and Machine Co est en train d'installer un four de trois tonnes, système Rennerfelt, dans son usine de Salt Lake City. D'autre part l'Utah Iron and Steel Co, de la même ville, étudie l'installation d'un four de 12 à 15 tonnes pour le traitement des battitures dans ses ateliers de laminage de Middale.

Les résultats financiers des entreprises d'électricité russes en 1915. — Malgré la guerre, bon nombre d'entreprises ont vu continuer leur développement normal et la prospérité de leurs affaires Celles d'entre elles qui ont pu utiliser leurs installations à la fabrication du matériel de guerre ont réalisé des bénéfices intéressants ; celles qui ont du borner leur activité à la distribution de l'énergie électrique produite dans des usines à vapeur ont été moins bien partagées par suite de la hausse considérable subie par le charbon et le maintien des anciens tarifs de vente.

La Compagnie de Constructions électromécaniques a distribué un dividende de 14 pour 100. La Compagnie russe des accumulateurs Tudor a distribué 10 pour 100 C'est également ce dividende qu'a fixé la Compagnie générale d'Électricité russe, qui vient de porter son capital de 30 000 000 à 50 000 000 fr. La puissante Compagnie d'éclairage électrique de Petrograd de 1886, qui distribue l'énergie à Petrograd, Moscou et plusieurs autres villes a aussi attribué 10 pour 100 aux actions privilégiées, mais a dû réduire de 8 à 7 pour 100 le dividende des actions ordinaires en raison, d'une part, de l'occupation par l'ennemi de la ville de Lodz où elle a des installations, d'autre part de l'augmentation de la consommation à Pétrograd et à Moscou où les prix de vente ne sont plus en rapport avec les prix de revient actuels. La Société russe Siemens et Halske a distribué 8 pour 100; la Société russe Siemens-Schuckert, 6 pour 100 ; la Compagnie des Usines régionales d'électricité a distribué 4 pour 100, etc.

La Compagnie d'électricité de Kieff. dont 23 892 actions sur 24 000 étaient entre les mains de la Compagnie des Usines d'électricité de Berlin, mise sous le contrôle de l'État en 1915, est maintenant en liquidation par ordre ministériel.

Des compagnies nouvelles ont été fondées au cours de l'année écoulée, notamment la Compagnie des Ateliers électriques de Moscou, au capital de 900 000 roubles, ayant pour objet l'exploitation des Ateliers I. Struchkoff et V. Chibisoff de Moscou.

La Compagnie du Bassin de Donetz, dont le siège social est à Petrograd, a commencé ses opérations le 25 juin-8 juillet.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE. — **Etat actuel de la puissance hydraulique au point de vue financier**; Gano DUNN (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 575-590, 6656 mots; juillet 1916, p. 1145-1165, 8520 mots).

La houille blanche et la guerre: Max DU BOIS (*Lumière électrique*, t. XXXII, 1er janvier 1916, p. 1-3, 848 mots).

La question des glaces dans les installations hydrauliques; J. VICHNIAK (*Rev. gén des Sc.*, vol. XXVII, 30 janvier 1916, p. 52-59, 4700 mots, 1 tableau).

Résultat de mesures de rendement du matériel hydraulique et électrique de hautes chutes d'eau (*Electrical World*, vol. LXVII, 8 janvier 1916, p. 82-85, 1857 mots, 6 fig. *Sc. Abst.* B. vol., XIX, 28 février 1916, p. 59).

La tourbe et son traitement en Russie; J. VICHNIACK (*La Nature*, n° 2210, p. 88-93, 3300 mots, 1 tab., 4 fig.).

La fumée, source de pollution de l'atmosphère; W.-F.-M. GOSS (*Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 305-339, 10 400 mots, 5 fig., 3 tab.).

L'emploi du coke comme combustible; E.-W.-L. NICOL (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 janvier 1916, p. 39, 1400 mots, 2 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 161, n° 327).

L'influence de l'humidité du coke de gaz sur sa combustion dans les chaudières; PAKENHAM BEATTY and A.-F. SMITH (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 avril 1916, p. 415-417, 2000 mots, 5 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 13 mai 1916, p. 1115, et *Sc. Abst.* B, vol. XIX, p. 207, juin 1916, n° 428).

Sur les chargeurs, économiseurs et surchauffeurs; A.-A. POTTER and S.-L. SIMMERING (*Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 371-373, 1857 mots; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, n° 193, p. 92; et *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 8 avril 1916, p. 42, 1300 mots).

Essais de l'installation de foyers « Underfeed » de l'usine de la Roanske Railway and Electric C°; W.-G. CLAYTON and S.-S. WILLIAMS (*Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 375-377, 2000 mots, 3 fig.).

Les générateurs de vapeur en 1915; Arthur-D. PRATT (*Electrician*, vol. LXXVI, 18 février 1916, p. 695-698, 4600 mots, 3 fig, et p. 708, 1700 mots). Communication faite à l'International Engineering Congress.

La construction et l'exploitation des chaufferies; W.-W. LACKIE (*Electrician*, vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 381-383, 4560 mots, 30 juin 1916, p. 404-405, 2500 mots. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 30 juin 1916, p. 728-729, 2100 mots, 1 fig.; vol. LXXIX, p. 5-7, 2978 mots. *Engineering*, vol. CII, 14 juillet 1916, p. 47-50, 4422 mots, 5 fig., 4 append.).

L'exploitation des chaufferies et son importance pour l'économie nationale; D. BROWNLIE and H. GREEN (*Engineering*, mars 1916, p. 342, 28 avril, p. 395-397, 4450 mots, 3 tab. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 201, n° 421, 2 tab.).

Influence de l'échauffement préalable de l'air d'alimentation sur le rendement des chaudières; R.-J. ELKIN (*Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 771, 600 mots).

L'emploi des hautes pressions de vapeur; Robert CRAMER (*Elec-*

(1) Par suite de la réduction du nombre des pages que les circonstances actuelles nous ont imposée, nous n'avons pu signaler, tant dans le texte principal que dans la Littérature des Périodiques un grand nombre de travaux étrangers concernant l'électricité. Sur l'avis de plusieurs de nos lecteurs, nous réparons aujourd'hui en partie ces omissions en publiant ici les titres de ceux de ces travaux qui ont paru dans la presse technique des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et de l'Italie. Afin que le lecteur puisse se rendre compte dans une certaine mesure de l'importance de l'article ou mémoire, nous avons le plus souvent indiqué le nombre des mots, des figures et des tableaux qu'il renferme. (pour la comparaison, notons qu'une page de texte principal de *La Revue électrique* renferme environ 1.110 mots de cinq lettres en moyenne). En outre, afin de lui faciliter les recherches nous avons indiqué les diverses publications où le même article a été reproduit, analysé ou résumé. Ajoutons que les fiches qui nous ont servi avaient été établies à titre de renseignements pour les besoins de la Rédaction et non en vue de leur publication, ce qui explique et excuse le défaut d'unité de leur rédaction.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — *J. I. E.E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

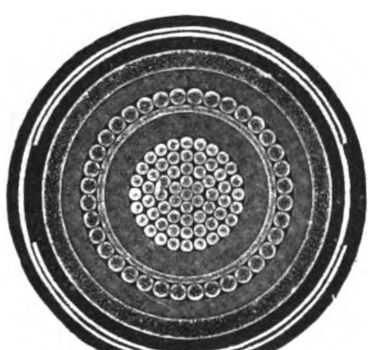
Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est

Société Anonyme au Capital de **30.000 000 de Francs.**

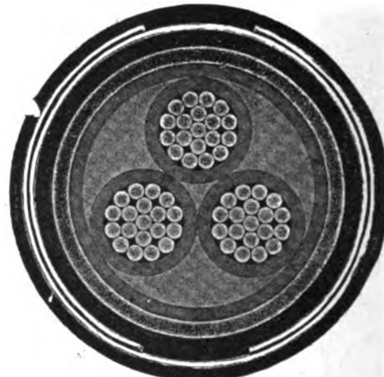
CABLERIE DE JEUMONT (NORD)

SIÈGE SOCIAL : *75, boulevard Haussmann, PARIS*

AGENCES :



PARIS : 75, *boul. Haussmann.*
LYON : 168, *avenue de Saxe.*
TOULOUSE : 20, *Rue Cujas.*
LILLE : 34, *rue Faidherbe.*
MARSEILLE : 8, rue des Convalescents.
NANCY : 11, boulevard de Scarpone.
BORDEAUX : 52, Cours du Chapeau-Rouge.
NANTES : 18, *Rue Menou.*
ALGER : 45, *rue d'Isly.*
St-FLORENT (Cher) : *Mr Belot.*
CAEN (Calvados) : 37, rue Guilbert.



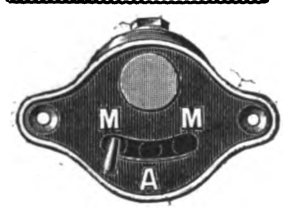
CABLES ARMÉS ET ISOLÉS A HAUTE ET BASSE TENSION

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRIVOLAS

PARIS 1900, SAINT-LOUIS 1904, Médailles d'Or
LIÈGE 1905, Grand Prix.
MILAN 1906, 2 Grands Prix

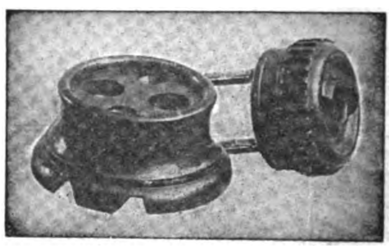
Société anonyme au Capital de 3 500 000 francs
Siège social : 14 et 16, rue Montgolfier, PARIS

LONDRES 1908, Membre du Jury.
BRUXELLES 1910, Grand Prix.
TURIN 1911. H.-C. Memb. du Jury.
GAND 1913, Grand Prix.



Téléphones : **ARCHIVES, 30,55**
— 30,58
— 13,27
Télégrammes : **Télégrive-Paris.**

APPAREILLAGE pour HAUTE TENSION
APPAREILLAGE pour BASSE TENSION
APPAREILLAGE de CHAUFFAGE
par le procédé QUARTZALITE, système O. BASTIAN
Breveté S. G. D. G.
Accessoires pour l'Automobile et le Théâtre.
MOULURES et ÉBÉNISTERIE pour l'ÉLECTRICITÉ
DÉCOLLETAGE et TOURNAGE en tous genres.
MOULES pour le Caoutchouc, le celluloid, etc.
PIÈCES moulées en ALLIAGES et en ALUMINIUM
PIÈCES ISOLANTES moulées pour l'ÉLECTRICITÉ
en ÉBÉNITE (bois durci), en ÉLECTROINE.



SIÈGE SOCIAL :
26, rue Laffitte.

SOCIÉTÉ ANONYME
pour le
TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX
CAPITAL : 1.000.000 DE FRANCS

TÉLÉPHONE :
Gutenberg { 16-27
16-28

ACCUMULATEURS TEM ET SIRIUS

pour toutes applications.

DÉTARTREURS ÉLECTRIQUES

Usines : SAINT-OUEN (Seine), 4, Quai de Seine. — SAINT-PETERSBOURG, Dereunia Volynkino.

trical Review, vol. LXXVIII, 14 janvier 1916, p. 43-44, 1489 mots. Sc. Abst. B, vol. XIX, mars 1916, n° 188, p. 89). Communication faite à l'American Society of Mechanical Engineers.

La turbine Ljunström et son application à la marine; S-Roland PORTHAM (Electrical Review, vol LXXVIII, 5 mai 1916, p 498, 519-522, 2978 mots, 9 fig ; 12 mai, p 547-550, 2900 mots, 6 fig). Communication faite à l'Institution of Electrical Engineers.

Calcul du rendement des turbines à vapeur par le diagramme de Mollier; H.-A. COZZENS (Electrical World, vol. LXVII, 8 janvier 1916, p 93-95, 1238 mots, 2 fig).

Sur la vitesse critique des arbres des machines (turbine d'impulsion de 250 kw et turbine de Laval de 3 ch.); William KERR (Engineering, vol. CI, 18 février 1916, p. 150-152, 2211 mots, 4 fig., 1 tab ; 3 mars, p. 197-199, 3600 mots, 4 fig ; 10 mars, p. 224-226, 3000 mots, 3 fig.; 17 mars, p. 245-248, 4422 mots, 5 fig.; 21 avril, p. 386, 1450 mots, 1 fig.; 28 avril, p. 407-410; 19 mai, p. 482; 5 mai, p. 420; 2 juin, p. 536. Sc. Abst. B, vol. XIX, juin 1916, n° 424, p. 205).

La production économique de la puissance par les gaz de fours à coke (J. I. E. E., vol. LIV, juin 1916, p. 646-655, 8500 mots, 2 fig. Electrical Review, vol LXXIX, p. 176-178, 18 août 1916, 3500 mots).

La nomenclature des moteurs à combustion interne (Engineering, vol. CI, 11 février 1916, p. 121-122; 18 février, p. 157, 4000 mots).

La composition des gaz d'échappement des moteurs à combustibles liquides; R.-W. FENNING (Engineering, vol. CI, 24 mars 1916, p. 271-272, 288-292; 7 avril 1916, p. 336-338. Electrician, vol. LXXVIII, 26 mai 1916, p. 245. Sc. Abst. B, vol. XIX, mai 1916, p. 163, n° 329, et juin 1916, p 209, n° 431).

L'emploi des moteurs Diesel pour la commande des machines électriques (Electrician, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 9-10, 2000 mots; 14 avril, p. 437, 2200 mots. Electrical Review, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 476, 700 mots). Communication faite à la Diesel Engine User's Association.

L'équilibrage des moteurs à pétrole (Engineering, vol. CI, 21 janvier 1916, p. 63-64, 1500 mots, 12 fig).

GÉNÉRATRICES D'ÉLECTRICITÉ — **Classification des machines électromagnétiques**; CREEDY (P. A. I. E. E., mai 1916, p. 726-738, 4160 mots, 2 tab., 4 fig.) — Discussion d'une communication faite à l'American Institute of Electrical Engineers en 1915.

Données expérimentales concernant la température de sécurité des bobines d'armature avec isolement au mica; NEWBURY (P. A. I. E. E., vol. XXXV, février 1916, p. 272-287, 6656 mots). Discussion d'une communication publiée en octobre 1915.

Effet de la pression atmosphérique sur l'élévation de température des appareils fixes d'induction à refroidissement par l'air; M MONTSINGER (P. A. I. E. E., vol. XXXV, avril 1916, p. 451-479, 6240 mots, 4 fig., 5 tab.). Sc. Abst. B, vol XIX, p. 223; juin 1916, n° 462).

Les pertes par courants de Foucault dans les dents des dynamos; A. PRESS (Electrician, t. LXXVI, 17 mars 1916, p. 849, 900 mots).

La distribution du champ et les pertes par courants de Foucault dans les armatures des dynamos; L. DREYFUS (Archiv. f. Elektrotechnik, t. IV, 1915, p. 99-139. Sc. Abst. B, vol. XIX, mars 1916, p. 104, n° 220).

Sur quelques difficultés des projets des générateurs à haute vitesse; A.-B. FIELD (J. I. E. E., vol. LIV, 15 décembre 1915, p. 65-83; 1er janvier 1916, p. 171-187, 15 106 mots, 5 fig.; 1er février 1916, p. 296-303, 8000 mots, 1 fig. Electrical Review, vol. LXXVII, 3 décembre 1915, p. 732-735; 10 décembre, p. 754-766; 17 décembre, p. 797-800. Electrician, vol. LXXVI, 26 novembre 1915, p. 272-276; 3 décembre, p. 320-322. Lum. élect., vol. XXXII, 8 janvier 1916, p. 34-39).

Générateurs à haute vitesse; F.-A. KUYSER (Electrician, vol. LXXVI, 7 janvier 1916. Electrical World, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 386).

Note sur le calcul des machines électromagnétiques à courant continu; Stanley Parker SMITH (Electrician, vol. LXXVII, 2 juin, 1916, p. 280-282, 3700 mots, 3 fig.; 9 juin 1916, p. 320-323, 4500 mots

4 fig.; 16 juin, p. 360-362, 3674 mots, 2 fig.; 30 juin, p. 427-430, 4750 mots, 2 fig.; 7 juillet 1916, p. 461-463, 3674 mots; 14 juillet, p. 493-497, 5511 mots; 21 juillet, p. 528-532, 5511 mots, 1 fig. *Electrical World*, vol. LXVIII, 1er juillet 1916, p. 33, 140 mots).

Principes de machines à courant continu; A.-S. Langsdorf. Ouvrage édité par la Hill Publishing Co, London; prix : 12 s. 6 d. net. Bibliographié dans *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 avril 1916, p. 439, et *Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 53, 600 mots).

Distribution du flux magnétique dans la zone de commutation des dynamos à courant continu; Cl. Shenfer (*Electrician*, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 10-13, 3674 mots, 10 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 20 mai 1916, p. 1175. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, n° 457, juin 1916, p. 223).

Pertes dans le fer dans les machines à courant continu; B.-G. Lamme (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 345-371, 9568 mots, 6 fig., 2 tab.; juillet 1916, p. 1100-1112, 4992 mots, 6 fig.; résumé dans *Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 862, et *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 179, n° 365).

Méthodes d'enroulement des armatures à courant continu, F. Leyerer (*E. T. S.*, 1915, n° 40. *Electrician*, vol. LXXVI, 3 mars 1916, p. 771, 1837 mots, 4 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 180, n° 367).

Connexions entre porte-balais et pôle de commutation à enroulement dans les machines à courant continu; J. Löffler (*E. T. Z.*, vol. XXXVII, 10 février 1916, p. 75-76. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 179, n° 366).

Machine à courant continu à 10 000 volts; W. Linke (*Electrician*, vol. LXXVI, 17 mars 1916, p. 842, 900 mots, 1 fig.; 12 mai, p. 194. Résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 896).

Le fonctionnement des machines à courant continu à pôles de commutation; Justin Lebovici (*Electrical World*, vol. LXVII, 11 mars 1916, p. 594-595, 2858 mots, 5 fig.; 18 mars, p. 651-653, 3100 mots, 14 fig. *El. Rev. and W. El.*, vol. LXVIII, 29 avril 1916, p. 766-770).

L'excitation des machines synchrones; Theo Schou (*Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 368-371, 3077 mots, 9 fig.; 19 février 1916, p. 429, 1800 mots, 3 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 140-143, 3674 mots, 7 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 140, n° 289).

Calcul des phénomènes dus aux courts circuits soudains des alternateurs (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 479-483, 2080 mots, 4 fig.). Discussion d'une communication à l'American Institute of Electrical Engineers publiée en septembre 1915.

Les formes d'ondes obtenues avec les générateurs à courants alternatifs travaillant en court circuit dans des conditions constantes; A.-E. Clayton (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 15 décembre, p. 84-104; 1er mars, p. 445-446, 1619 mots. *Electrician*, vol. LXXVI, 25 février 1916, p. 729-731, 3674 mots, 7 fig., 1 tab.; 3 mars, p. 763-764, 1837 mots, 3 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 28 février 1916, p. 69. *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 722; 1er avril, p. 778; *Lumière électrique*, t. XXXIII, 6 et 13 mai 1916, p. 137-142, 3000 mots, 5 fig., p. 159-162, 1414 mots, 4 fig.).

Fondations d'un turbo-alternateur de 22 000 kw de l'usine de Brooklyn de la Edison Electric Illum C°; G.-L. Knight (*Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 122-123, 1800 mots, 2 fig. *Génie civil*, t. LXVIII, 24 juin 1916, p. 419, 1 fig.).

Résultats d'essais d'un turbo-générateur à vapeur de 30 000 kw de la Interborough Rapid Transit C°; H.-G. Stott et W.-S. Finley (*Electrician*, vol. LXXVII, 9 juin 1916, p. 311-312, 1836 mots, 2 tab., 1 fig., p. 324; *Electrical World*, vol. LXVII, 13 mai 1916; vol. LXVIII, 8 juillet, p. 91, 200 mots; *Génie civil*, t. LXIX, 1er juillet 1916, p. 15). *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 876, 350 mots. *Electrical Review*, vol. LXXIX, p. 172, 11 août 1916, 730 mots, 2 fig.). Communication faite à l'American Society of Civil Engineers.

Transformateurs, convertisseurs, etc. — **L'établissement**

des projets de transformateurs; F.-M. Denton (*Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 43-46, 4400 mots; 21 avril, p. 78-80, 5052 mots; 28 avril, p. 113-116, 5550 mots; 5 mai, p. 147-149, 3674 mots, 1 fig., 2 tab.; 12 mai, p. 181-185, 1 tab.). Résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 13 mai 1916, p. 1114; 17 juin, p. 1429.

Etablissement mathématique des projets de transformateur; Robertson David (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er janvier 1916, p. 142-162, 14027 mots, 6 fig., 6 tab. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 107, n° 225).

Standardisation des transformateurs de courant; O.-A. Knopp (*Electrical World*, vol. LXVII, 8 janvier 1916, p. 92-93. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 110, n° 229).

La prédétermination des hautes harmoniques dans les transformateurs à courant alternatif quand la force électromagnétique appliquée est une fonction harmonique simple du temps; Geo R. Dean (*Electrician*, vol. LXXVII, 9 juin 1916, p. 325-326, 3400 mots. *Electrical World*, vol. LXVIII, p. 34, 1er juillet 1916, 40 mots).

Les troisièmes harmoniques dans la courbe de tension des alternateurs triphasés à rotors cylindriques; A.-S. Clayton (*Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 216-218, 2000 mots, 6 fig., 2 tab. *Elettrotecnica*, vol. III, 25 juin 1916, p. 397-398, 850 mots, 3 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 24 juin 1916, p. 1482, 60 mots).

Harmoniques dans les courants magnétisants des transformateurs; Peters (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 422-430, 2912 mots, 3 fig., 2 tab.). Discussion d'une communication faite à San Francisco en septembre 1915 et publiée dans le numéro des *P. A. I. E. E.*, d'août 1915.

Les connexions des transformateurs; Eric-A. Lof and Louis-F. Blume (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 246-264, 8822 mots, 36 fig., 1 tab.; mai, p. 342-351, 3400 mots, 9 fig., 2 tab.). Cette étude contient un index bibliographique où sont donnés les titres des 57 travaux publiés sur le sujet de 1908 à 1915 dans la presse technique américaine : *G. E. R.*, *El. World*, *El. Journ.*, *P. A. I. E. E.*

La connexion des transformateurs en triangle ouvert; J.-B. Gibbs (*Elect. J.*, t. XIII, février 1916, p. 100-103. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 141, n° 293).

Forces mécaniques dans les transformateurs; J.-F. Peters (*Electrician*, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 5-6, 2455 mots, 6 fig.).

Le problème de la transformation de la tension; obtention de faibles courants de basse tension pour sonneries au moyen de divers dispositifs reliés aux canalisations d'éclairage; F. Schröter (*E. T. Z.*, nos 51-52, 1915. *Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 142. 1800 mots, 3 fig.).

Description du transformateur à tension de 1000000 volts présenté à l'Exposition de San-Francisco; Guy-L. Bayley (*Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 419-421, 1857 mots, 3 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 42-43, 1837 mots, 3 fig. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 29 avril 1916, p. 110-112, 1220 mots, 1 fig.).

L'installation d'un convertisseur rotatif employé pour relier deux usines produisant du courant continu et des courants alternatifs de fréquences différentes; E.-P. Austin (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 5 mai 1916, p. 507-508, 1489 mots, 3 fig. Résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1372. *Lum. élect.*, vol. XXXIV, 1er juillet 1916, p. 13-15, 1414 mots, 3 fig.).

Essais d'un convertisseur polyphasé de 3000 kw; C.-F. Holmboe (*E. T. Z.*, t. XLI, 1915. *Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 108-110, 2000 mots, 4 fig.).

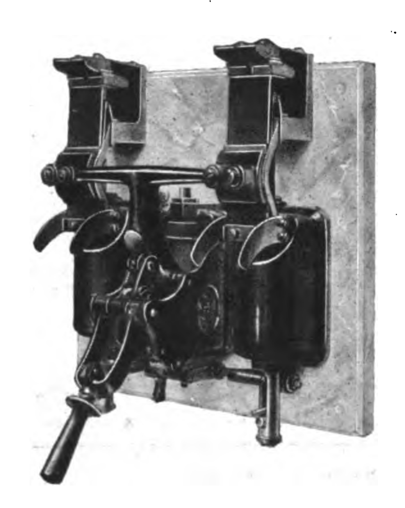
L'emploi des tubes à néon et à hélium comme redresseurs de courant et réducteurs de tension; *Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 441, 1138 mots, 2 fig. *Lum. élect.*, t. XXXIII, 17 juin 1916, p. 277-278, 707 mots, 4 fig.).

Le redresseur de courant à ampoule contenant de l'argon et à cathode chauffée; G.-Stanley Meikle (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 297-305, 4010 mots, 14 fig. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 472, 1489 mots, 9 fig. Résumé dans *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 704. *Electrical World*, vol. LXVII, 20 mai 1916, p. 1175. *Lum. élect.*, t. XXXIII, 27 mai



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

POUR HAUTES ET BASSES TENSIONS



Disjoncteur série G. B.

à déclenchement libre et à fermeture par genouillère.

Interrupteurs. Coupe-circuits. Disjoncteurs. Rhéostats. Démarreurs. Combinateurs. Limiteurs de tension. Parafoudres. Électro-aimants. Interrupteurs MONOBLOC :: Régulateurs syst. J.-L. ROUTIN.

TABLEAUX DE DISTRIBUTION

POUR

Stations Centrales. — Sous-Stations. — Postes de Transformation.

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

MICROPHONES POUR TOUTES DISTANCES

Type PARIS-ROME le plus puissant

MICROPHONE A CAPSULE

RÉCEPTEURS A ANNEAU, A MANCHE OU FORME MONTRE

LE MONOPHONE

Appareil combiné extra-sensible

TABLEAUX CENTRAUX — COMMUTATEURS " STANDARD "

Installations à Énergie Centrale

MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE

Matériel spécial pour les Chemins de fer, les Mines, l'Armée, la Marine

FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES

Sous Caoutchouc, Gutta, Papier, Coton, Soie, etc.

CABLES ARMÉS POUR TRANSPORT DE FORCE

Tensions jusqu'à 100.000 volts :: Laboratoire d'essai à 200.000 volts

CABLES POUR PUITS

et GALERIES DE MINES

CABLES ET TREUILS

de Fonçage.

CABLES TÉLÉPHONIQUES

Boites pour réseaux souterrains.

BOITES DE PRISE DE COURANT

pour GRUES de quais, etc.

APPAREIL BREVETÉ, système A. LÉAUTÉ, pour essais par résonance des CANALISATIONS ÉLECTRIQUES A HAUTES TENSIONS.

1916, p. 209-211, 1414 mots, 5 fig. *Génie civil*, t. LXVIII, 17 juin 1916, p. 399, 550 mots, 1 fig.).

Phase des oscillations des corps mise en vibrations par des impulsions électromagnétiques; application aux redresseurs de courant; L. Schuler (*E. T. Z.*, t. XXXVII, 20 janvier 1916, p. 41-42. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 175, n° 355).

Piles et accumulateurs. — **Dépolarisation dans les piles Leclanché;** Thompson Kay and Ernest-C. Grocker (*Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 124, 2000 mots, 4 tab.). Communication à l'American Electrochemical Society.

Les piles sèches; W.-R. Cooper (*Electrician*, vol. LXXVI, 31 mars 1916, p. 906-910, 3674 mots, 8 fig.; 7 avril, p. 19-23, 5511 mots, 4 fig., 5 tab. Résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 29 avril 1916, p. 1004; 6 mai, p. 1059).

Caractéristiques de fonctionnement des batteries d'accumulateurs au plomb, J.-H. Tracy (*Elect. Journ.*, t. XIII, janvier 1916, p. 17-20. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 130, n° 269).

La réduction du sulfate de plomb des plaques d'accumulateurs; G.-A. Perley et C.-W. Davis (*J. Phys. Chem.*, t. XX, février 1916, p. 151-163. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 171, n° 344).

Le régénération des plaques d'accumulateurs sulfatées; G.-A. Perley et C.-W. Davis (*Journ. of Phys. Chemistry*, résumé dans *Journ. Franklin Instit.*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 441. *Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 37. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 171, n° 345).

Plancher pour salles de batteries d'accumulateurs de la New-York Edison C° (*Electrician*, vol. LXXVII, 9 juin 1916, p. 328, 2 fig.).

Usines d'électricité et sous-stations. — **L'usine hydro-électrique du lac Margaret en Tasmanie** (*Engineering*, vol. CI, 7 janvier 1916, p. 3-6, 3316 mots, 1 planche, 25 fig.; 4 février, p. 97-100, 3316 mots, 1 planche, 12 fig.).

L'usine hydro-électrique de Stevens Creek sur la Savannah River (*Electrical World*, vol. LXVI, 20 novembre 1915, p. 1132-1134. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 144, n° 301).

L'usine hydro-électrique de Tacoma (Watsh); W.-L. Kidston (*Power*, t. XLIII, 4 janvier 1916, p. 2-7. *Sc. Abst.* B, vol. XIX avril 1916, p. 148, n° 309).

Nouvelle station génératrice de la Philadelphia Electric C° (*Electrician*, vol. LXXVI, 4 février 1916, p. 645, 1500 mots, 1 fig.).

Les usines d'électricité à moteurs Diesel du Texas; R.-H. Burdick (*Electrical World*, vol. LXVII, 11 mars 1916, p. 587-593, 2476 mots, 11 fig., 10 tab. *Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 84-85, 1837 mots, 1 fig., 3 tab.).

Usines génératrices d'électricité en Chine; C.-A. Middleton Smith (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er janvier 1916, p. 162-168, 6474 mots (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 4 février 1916, p. 158, 1600 mots. *Electrical World*, vol. LXVII, 11 mars 1916, p. 611).

Agrandissements de l'usine de Providence de la Rhode Island C° (*Electric Railway Journal*, t. XLVII, 12 février 1916, p. 300-303. *Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 365-367. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 148, n° 310).

L'agrandissement de l'usine génératrice de Connells-ville de la West Penn Traction C° effectué sans interrompre la production (*Electrical World*, vol. LXVII, 22 janvier 1916, p. 196-200, 3714 mots, 5 fig.).

Sur les appareils utilisés pour l'agrandissement de la « Tallular Falls »; Adsit et Hammond (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 634-637, 1450 mots). Discussion d'une communication publiée dans le numéro de *P. A. I. E. E.*, d'octobre 1915.

Dépenses de construction pour l'usine à vapeur de 10 000 kw de Quincy (*Electrical World*, vol. LXVI, 11 décembre 1915, p. 1312-1314. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 186, n° 386).

Exemple d'emploi d'une usine hydroélectrique comme auxiliaire d'une usine à vapeur par la Eastern Michigan Edison C°; R.-K. Holland (*Electrical World*, vol. LXVI, 25 décembre 1915, p. 1410-1412. *Sc. Abst.* B., vol. XIX, avril 1916, p. 146, n° 304).

La combinaison de la vapeur et de la puissance hydraulique dans le réseau de la Pennsylvania Water and Power Company; Walls (*P. A. I. E. E.*, mai 1916, p. 627-633, 2400 mots, 1 fig.). Discussion d'une communication publiée dans le numéro d'octobre 1915 des *P. A. I. E. E.*

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.
S'adresser : 9, *rue d'Édimbourg, Paris.*
Voir les renseignements donnés page 198 *relativement au service de placement.*

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
139. Soudeurs et soudeuses connaissant spécialement les accumulateurs électriques.
147. Manœuvres mécaniciens.
147 *bis*. Un conducteur pour usine génératrice.
152. Dessinateur pour construction de l'appareillage électrique.
161. Fondeurs, malaxeurs, manœuvres.
167. Un monteur.
176. Un chauffeur mécanicien pour une chaudière à vapeur de 150 HP.
178. Ingénieur électricien pour service achats.
180. Un monteur pour la force motrice.
182. Deux monteurs lumière.
183. Chef monteur.
185. Un tourneur ajusteur.
188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189 Électricien connaissant la réparation des moteurs.

DEMANDES D'EMPLOIS.

310. Ingénieur E. P. E. I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.
(*S'adresser*, 27, *rue Tronchet.*)

OFFRE D'EMPLOI.

On demande un jeune homme au courant de l'étalonnage, de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

DEMANDES D'EMPLOI.

2721, Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.
2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.
2743 Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.
2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.
2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.

PETITES NOUVELLES

Le développement des installations électriques en Norvège. — Le tableau suivant montre que pendant les années 1914 et 1915 le nombre des usines génératrices a augmenté de 200 et que la puissance globale de leurs génératrices s'est accrue d'environ 200 000 kw. Parmi les applications, c'est l'électrochimie qui s'est le plus développée, la puissance utilisée dans cette industrie ayant augmenté de 105 000 kw environ; les applications mécaniques viennent ensuite avec une augmentation de puissance installée de 58 000 kw environ.

	1er juillet 1915.	1914.	1913.
Nombre des usines génératrices électriques	1 515	1 427	1 316
Puissance totale des génératrices en kw	649 127	560 406	457 879
Nombre des batteries d'accumulateurs	137	146	151
Capacité des accumulateurs en kw-h	19 304	19 833	13 934
Puissance utilisée en kw :			
Pour moteurs	216 809	179 724	159 091
Pour l'industrie électrochimique	304 128	228 910	199 690
Pour d'autres emplois	29 603	12 608	16 841
Nombre de lampes à incandescence installées	1965 440	1674 786	1303 302
Nombre de lampes à arc installées	3 603	3 965	4 774
Nombre de moteurs installés	24 689	20 330	16 460

Société du Laboratoire-Usine — Le *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse* nous apprend que cette Société vient de se constituer à Paris, 22, rue de l'Arcade, dans le but de faire toutes recherches se rattachant aux industries chimiques, électrochimiques, métallurgiques et électrométallurgiques. Le capital est de 500 000 fr et les premiers administrateurs sont MM. G. Chiris, A. Durandy, G. Giraud-Jordan et P. Jeancard.

Il serait à désirer que des sociétés du même genre existassent pour toutes les branches de l'industrie où des recherches de laboratoires sont indispensables.

Ouverture d'une nouvelle station radiotélégraphique à Tahiti. — La station côtière érigée par le Gouvernement français à Haapape ou Mahina, près de la Pointe Vénus, dans l'île de Tahiti, a été ouverte le 28 décembre 1915. Une communication avec les Etats-Unis d'Amérique aura lieu via Samoa et Awanui (Nouvelle-Zélande). De cette dernière station, les télégrammes seront transmis par câble à San-Francisco. Les taxes n'ont pas encore été fixées; le coût par mot d'un télégramme originaire ou à destination des Etats-Unis ne dépassera vraisemblablement pas 1 dollar. Un arrongement sera peut-être conclu aux fins de permettre la transmission des télégrammes à Honolulu, via Tutuila, et de là à San-Francisco, exclusivement par télégraphie sans fil. Cette transmission serait plus rapide et le coût d'un télégramme serait réduit de plus de la moitié. L'installation actuelle de 10 kw, avec une longueur d'onde de 600 m, permet facilement une communication avec Tutuila. Lorsque la grande installation de 300 kw, avec une longueur d'onde de 2500 m, sera terminée, une communication directe pourra être obtenue avec Honolulu et probablement avec San-Francisco, Sydney et les Indes occidentales françaises. La station est située à quelques 10 milles de Papeete; une ligne télégraphique la relie au bureau des postes de Papeete. La colonie se trouve donc dorénavant en communication directe avec le reste du monde et les maisons de commerce ne dépendent plus du service mensuel des paquebots.

Une nouvelle usine électrochimique de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais. — A la fin de 1915, sur la demande du Ministre de la Guerre, cette Compagnie a commencé la construction d'une importante usine électrochimique sur les terrains proches des chutes de Chateau-Arnoux et Manosque, à Saint-Auban, que possède la Compagnie. Cette usine est aujourd'hui en fonctionnement, mais en attendant l'aménagement des chutes, elle est alimentée en énergie électrique par le réseau de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen dont les usines hydro-électriques sur la Durance sont à proximité de la nouvelle usine électrochimique.

LITTÉRATURE DES PÉRIODIQUES (1)

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

La production de l'appoint de puissance dans les réseaux hydro-électriques; Vaughan (*P. A. I. E. E.*, mai 1916, p. 627-633, 2400 mots, 1 fig.). Discussion d'une communication publiée dans le numéro d'octobre 1915 des *P. A. I. E. E.*

Discussion sur le développement de la puissance électrique pour applications industrielles dans les Indes. (*J. I. E. E.*, vol. LIV, juin 1916, p. 661-663, 3250 mots; voir aussi vol. LIII, 1915, p. 467).

L'équipement et la protection des sous-stations à l'air libre à haute tension; J.-Lindley Thompson and S.-Austen Stigant (*Electrician*, vol. LXXVI, 11 février 1916, p. 665-669, 4511 mots, 7 fig., 5 tab. *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 721. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 186, n° 384).

Simplifications dans la construction des stations extérieures; M.-M. Samuels (*Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 865-869, 2476 mots, 11 fig. *Lum. élect.*, t. XXXIV, 1er juillet 1916, p. 16-20, 2100 mots, 9 fig.).

Les sous-stations à commande automatique; Allen and Taylor (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 217-221, 1664 mots; voir aussi septembre 1915).

La nouvelle sous-station à courant continu alternatif de la 45e rue de l'Electric Light and Power Company de New-York (*Electrical World*, vol. LXVII, 5 février 1916, p 313-317, 3714 mots, 8 fig.).

La grande sous-station d'accumulateurs de la Metropolitan Electric Supply Co (*Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 54-57, 2700 mots, 8 fig *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 avril, p. 444-447, 1489 mots, 7 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 13 mai 1916, p. 1115).

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

Nouveaux règlements de l'I. E. E. sur les installations de distribution (*Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 182, n° 374). Ces règlements ont été publiés dans les *P. A. I. E. E.* de mars 1915.

L'emploi des accumulateurs comme secours dans les réseaux à courant alternatif; J.-L. Woodbridge (*Electrical World*, vol. LXVII, 29 janvier 1916, p. 257-260. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 142, n° 294).

Emploi dans un garage d'automobile d'un moteur synchrone en vue de corriger le facteur de charge de la ligne; F.-C. Taylor (*Electrical World*, t. LXVII, 11 mars 1916, p. 600. *Sc. Abst.* B. vol. XIX, mai 1916, p. 184, n° 377. *Lum. élect.*, t. XXXIV, 8 juillet 1916, p. 41-42, 350 mots, 1 fig., 1 tab.).

Commande centralisée d'un grand réseau de distribution d'énergie à East Saint-Louis; Harold-W. Clapp (*Electric Railway Journal*, 22 janvier 1916. *Lum. élect.*. vol. XXXIII, p. 11-14, 1800 mots, 2 fig.)

Le système de feeder de retour de la Interborough rapid transit Co

(1) Par suite de la réduction du nombre des pages que les circonstances actuelles nous ont imposée, nous n'avons pu signaler, tant dans le texte principal que dans la Littérature des Périodiques un grand nombre de travaux étrangers concernant l'électricité. Sur l'avis de plusieurs de nos lecteurs, nous réparons aujourd'hui en partie ces omissions en publiant ici les titres de ceux de ces travaux qui ont paru dans la presse technique des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et de l'Italie. Afin que le lecteur puisse se rendre compte dans une certaine mesure de l'importance de l'article ou mémoire, nous avons le plus souvent indiqué le nombre des mots, des figures et des tableaux qu'il renferme. (pour la comparaison, notons qu'une page de texte principal de *La Revue électrique* renferme environ 1.110 mots de cinq lettres en moyenne). En outre, afin de lui faciliter les recherches nous avons indiqué les diverses publications où le même article a été reproduit, analysé ou résumé. Ajoutons que les fiches qui nous ont servi avaient été établies à titre de renseignements pour les besoins de la Rédaction et non en vue de leur publication, ce qui explique et excuse le défaut d'unité de leur rédaction.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — *J. I. E.E. : Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

L.-W. Gross (*Electric Railway Journal*, t. XLVII, 22 janvier 1916, p. 160. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 143, n° 298).

Phénomènes accompagnant la transmission avec quelques types de connexions en étoile de transformateur; Robinson (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 431-435, 1680 mots). Discussion d'une communication publiée dans *P. A. I. E. E.*, août 1915.

Effets de défauts d'isolement dans les lignes de transmission triphasées; H. Behrend (*E. T. Z.*, vol. XXXVII, 2 mars 1916, p. 114-118. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 182, n° 375. *Electrical World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1372).

Conducteurs pour circuits à courants alternatifs; L.-W. Moxey (*Electrical World*, t. LXVI, 11 décembre 1915, p. 1322-1324. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p 186, n° 382).

Calcul de l'effet de surface dans les conducteurs en forme de bande; H.-B. Dwight (*Electrical World*, vol. LXVII, 11 mars 1916, p. 593-594, 600 mots, 3 fig. Résumé dans *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 596, et *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 174, n° 353).

Les branchements sur les circuits à très hautes tensions; D.-M. Macleod (*J. I. E. E.*, vol. LIV, juin 1916, p. 639-646, 5100 mots, 4 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 116-118, 3500 mots. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 26 mai 1916, p. 588-590, 2978 mots, 2 fig. Résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 10 juin, p. 1373).

De la détermination de la longueur des portées des lignes électriques aériennes; A. Pilonel (*Journal télégraphique*, t. XXXIX, 25 août 1915, p. 169-173; 25 septembre, p. 193-199; 25 octobre, p. 217-222; 25 novembre p. 241-249; 25 décembre, p. 265-274. 25 janvier 1916, p. 4-6; t. XL, 25 février, p. 25-28; 25 mars, p. 49-52. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 195, n° 408).

Emploi du fil de fer pour les lignes électriques de transmission et de distribution d'énergie aux Etats-Unis. Récupération du cuivre des lignes existantes en Autriche (*Electrical World*, vol. LXVII, 8 avril 1916, p. 820-624. *Lum. élect.*, vol. XXXIV, 1er juillet 1916, p. 20-24, 2800 mots, 3 fig., 3 tab. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 225, n° 465).

Isolateurs à suspension; W. Petersen (*E. T. Z.*, 6 et 13 janvier 1916. *Elect. World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p 667).

Essais sur les isolateurs à suspension; G. Vallauri (*Elettrotecnica*, vol. II, 25 novembre 1915, p. 739-743. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 130, n° 271).

Câbles à haute tension avec conducteurs en zinc; Léon Lichtenstein (*E. T. Z.*, 6 janvier 1916. *Elect. World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 667).

Historique et emploi des installations à conducteurs concentriques; R.-S. Hale (*Elect. World*, vol. LXVII, 5 février 1916, p. 317-319, 2476 mots).

Récente pratique dans la construction, la pose et la jonction des câbles souterrains triphasés de 33000 volts isolés au papier; C. Beaver (*Electrician*, vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 389-391. 2700 mots, 5 fig.).

Les câbles à trois conducteurs; M. Hochstadter (*E. T. Z.*, fasc. 47, 1915. *Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 209-211, 4574 mots, 5 fig.).

Economie réalisée dans les conduites de câbles par l'emploi de câbles à trois conducteurs à section en forme de secteur de cercle (*Elect. World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 427-429. *Abst. Sc.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 144, n° 299).

Sur l'économie de place réalisée dans les conduites par l'emploi des câbles à conducteurs groupés en secteurs (*Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 427-429, 1900 mots, 3 fig., 1 tab.).

Méthode employée par la New-York Edison Co pour la confection des joints de câbles à haute tension; Philip Torchio (*Elect. World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 873-875, 2476 mots, 5 fig. *Génie civil*, t. LXVIII, 10 juin 1916, p. 386. *Electrician*, vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 391-393, 2600 mots, 5 fig.).

Tableaux pour stations centrales et usines privées (*Electrician* vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 393-397, 4600 mots, 8 fig.).

La renaissance du coupe-circuit basse tension; John-A. Crabtree

(*Electrical Review*, 10 et 17 mars 1916. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 10 juin 1916, p. 258, 707 mots).

Données concernant les dimensions des diverses parties d'une installation d'interrupteurs à ciel ouvert; C.-A. Mees (*Electrical World*, vol. LXVII, 8 janvier 1916, p. 86-88, 1200 mots, 13 tab. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 139, n° 286).

Essais sur les interrupteurs à huile; Bruno Bauer (*Bull. Assoc. suisse des Electriciens*, 1915. *Electrician*, vol. LXXVI, 3 mars 1916, p. 767-771, 3600 mots, 8 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 891. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 177, n° 362).

Succédanés de l'huile des interrupteurs pour haute tension (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 474, 1000 mots).

Moyen d'obtenir la rupture sans étincelle d'un circuit inductif; T.-F. Wall (*Electrician*, vol. LXXVI, 4 février 1916, p. 640-642, 2757 mots, 6 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 4 mars 1916, p. 554. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 100, n° 211).

La détermination des dimensions des commutateurs: Thomas Carter (*Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai 1916, p. 257-260, 7200 mots, 1 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, p. 1482, 24 juin 1916, 400 mots).

Dispositif permettant l'emploi de condensateurs sur un réseau à tension plus élevée que celle pour laquelle le condensateur est construit (*British Patent*, 21 096, 1914. *Engineering*, t. CI, 3 mars 1916, p. 221. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 135, n° 279).

Résistances métalliques dans l'huile à spirales d'Archimède avec éléments compensés interchangeables; G. Gola (*Elettrotecnica*, vol. III, 20° année, 5 avril 1916, p. 202-204, 1130 mots, 5 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 176, n° 356).

Résistance des terres; E.-W. Marchant et O. S. Peters (*Electrician*, vol. LXXVI, p. 466-468, 31 décembre 1915, 12 et 21 janvier 1916. *Sc. Abst.* B, vol XIX, mars 1916, p. 119, n° 242).

Recherches sur les régulateurs de tension à lame vibrante; P. Poitrimol (*Lum. élect.*, t. XXXIII, 24 juin 1916, p. 289-301, 7070 mots, 9 fig., 3 pl.; t. XXXIV, 1er juillet 1916, p. 1-10, 4949 mots, 7 fig.; 8 juillet, p. 31-35, 2475 mots, 5 fig.).

Protection contre les surcharges; W. Schrader (*Elekt. Bahnen*, t. XIII, p. 413-416, 24 décembre 1915. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 109, n° 226).

La pratique actuelle concernant la construction et l'usage des relais protecteurs; E. Heyder (*Bull. Assoc. suisse des Electriciens*, février 1916, p. 33-48. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 136, n° 281).

Dispositifs automatiques pour la protection des réseaux à courant continu; F.-A. Couse and M. Roseboürne (*Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 189-192, 3674 mots, 11 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1371, 600 mots, 3 fig. *Lum. élect.*, t. XXXIV, 22 juillet 1915, p. 81-83, 1050 mots, 5 fig.).

Protection des transformateurs de courant contre les surtensions; Gewecke et E. Wirz (*E. T. Z.*, vol. XXXVII, 3 février 1916, p. 69-70. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 184, n° 378).

Courants excessifs et tensions excessives dans les réseaux avec grande perte de courant; W. Petersen (*E. T. Z.*, t. XXXVII, 9 mars 1916, p. 129-132. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 183, n° 376).

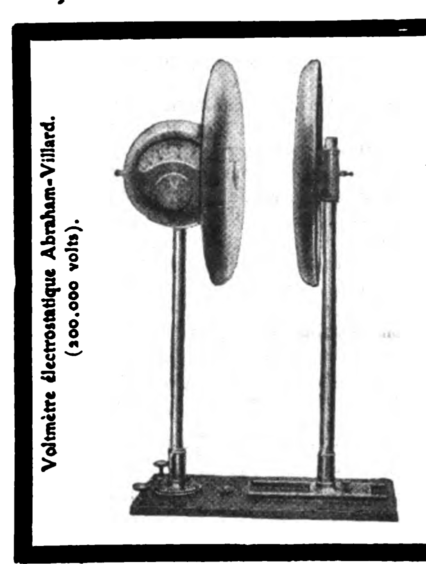
Une étude des surtensions causées par l'arrêt des moteurs asynchrones; R. Rudenberg (*E. T. Z.*, 1915. *Electrician*, t. LXXVI, 31 décembre 1915, p. 455-457. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 181, n° 372).

Essais d'ouverture de circuits et de courts-circuits sur les câbles à haute tension; W. Kummer (*Bull. Assoc. suisse des Electriciens*, mars 1916, p. 65-71. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 173, n° 350).

Les effets des surtensions sur les diélectriques; Peek (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 205-235, 4360 mots, 2 fig.; voir aussi août 1915).

Théorie des conditions initiales de la décharge « corona »; Jakob Kunz (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 285. *Elect. World*, vol. LXVII, 17 mars 1916, p. 667. *Phys. Rev.*, vol. VIII, juillet 1916, p. 28-37, 3800 mots, 2 tab.).

Installation de l'Université de l'Illinois pour l'étude de l'effet


Voltmètre électrostatique Abraham-Villard. (200.000 volts).

Ateliers Ruhmkorff
INSTRUMENTS de PRÉCISION

J. CARPENTIER

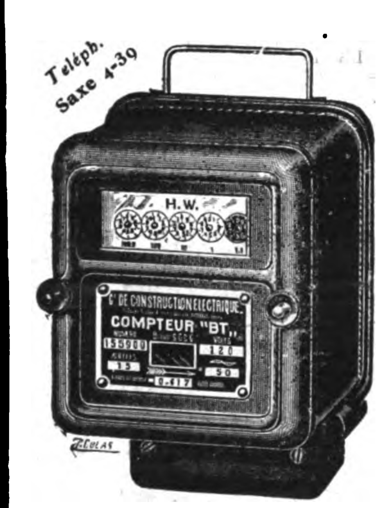
20, rue Delambre, PARIS. — *Téléphone* 705-65

MESURES ÉLECTRIQUES

ÉTALONS — BOITES de RÉSISTANCES
POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone — Ponts de Thomson
GALVANOMÈTRES de tous systèmes
OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES de tous systèmes, pour courants continus ou alternatifs
MODÈLES de TABLEAUX
MODÈLES de CONTROLE
BOITES de CONTROLE
ENREGISTREURS

ÉLECTROMÈTRES
pour toutes tensions jusque 200.000 volts
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles — Logomètres
OHMMÈTRES
Installation de mesures d'isolement
APPAREILS POUR LES ESSAIS MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES, INDICATEURS OU ENREGISTREURS
Modèles à couple thermo-électriques et à résistances

Téléph. Saxe 4-39



COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système "BT", breveté S.G.D.G.
Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc.
Employés par la Compagnie Parisienne d'Electricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.

Plus de 300000 appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu et alternatif
Transformateurs de Mesure - Compteurs horaires

ÉMILE HAEFELY & Cie S. A., BALE (SUISSE)

Isolants pour l'Électricité.

Adr. télégr. MICARTA - BALE.

SPÉCIALITÉS

TUBES EN BAKÉLITE-MICARTA de toute épaisseur.
Longueurs maxima : 1000 mm. de 4 à 8 mm. de diamètre interne et 1700 mm. à partir de 8 mm. de diamètre interne.

CYLINDRES EN BAKÉLITE-MICARTA pour n'importe quelle tension pour transformateurs dans l'air ou dans l'huile.

Indéformables dans l'air et dans l'huile jusqu'à 170° C.
Tension d'essai 10000 volts par millimètre d'épaisseur.

CYLINDRES EN HAEFELYTE POUR TRANSFORMATEURS pour n'importe quelle tension.

PLAQUES EN HAEFELYTE
Epaisseur 1 à 60 mm.;
Grandeur maxima 1250 × 1980 mm.

Indéformables dans l'huile et dans l'air jusqu'à 120° C.
Tension d'essai 12000 volts par millimètre d'épaisseur.

MICARTAFOLIUM en rouleaux (création de la maison) pour l'isolation de bobines faites sur gabarit et pour la confection de caniveaux pour dynamos.

CANIVEAUX EN MICANITE pour machines à haute tension.

BORNES HAUTE TENSION de type spécial.
Fabrication en série normale pour tensions de régime jusqu'à 200000 volts.

RÉFECTION COMPLÈTE DES ENROULEMENTS des machines haute tension et transformateurs de construction, puissance et tension quelconques, suivant procédés spéciaux. Compoundage.

RÉPARATION de Machines électriques et Transformateurs.

Laminage et Tréfilerie de Cuivre.

corona en courant continu; W. Dawis and C.-S. Bresse (*Elect. World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p 881-882, 600 mots, 1 fig.),

Sur la distribution de l'électricité en Grande-Bretagne : projet d'organisation de la production et de la distribution; Ernest-T. Williams (*J. I. E.E*, vol. LIV, juin 1916, p. 581-588, 7000 mots: p. 588-608, 20 1000 mots, 2 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 48-50, 4400 mots; 21 avril 1916, p. 80-82, 2800 mots, et p. 86, 1800 mots; 12 mai p. 175-177, 5400 mots; 26 mai, p. 249-252, 6000 mots; 30 juin, p. 438, lettre, 1000 mots. *Electrical Engineering*, 20 avril 1916, p. 141. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 avril 1916, p. 441 et 447-449, 3678 mots; 19 mai, p. 575-576, 2500 mots; 26 mai, p. 592, 1300 mots. *Lum. élect*, t. XXXIV, p. 112-113, 29 juillet 1916, 1414 mots).

Les lignes de transmission de la Georgia Carsolina C° (*Elect. World*, vol. LXVI, 27 novembre 1915, p. 1189. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 145, n° 302).

Récent développement des lignes de transmission dans l'est de la Pennsylvannie; J.-W. Price (*G. E. R.*, vol. XIX 1916, p. 109-115. *Electrician*, vol. LXXVII, 30 juin 1916, p. 424-425, 2200 mots).

Evaluation de la valeur actuelle du système de distribution de Los Angeles (*Electrical World*, vol. LXVII, 22 janvier 1916, p. 192-196, 4300 mots, 2 tab.).

L'entreprise municipale de distribution d'électricité de Johannisburg; R. Turnbull Mawdesley (*Electrical Review* vol, LXXVIII, 21 janvier 1916, p. 89-91, 1000 mots, 3 figs, 1 tab.; 28 janvier, p. 100-102, 1489 mots, 3 fig.; 4 février, p. 153-155, 1600 mots, 4 fig.; 11 février, p. 165-166, 1000 mots, 1 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 442, 11 mars, p. 610).

Equipement électrique de la Compagnie d'assurances « Le Phœnix »; (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 5 mai 1916, p. 500-502, 2000 mots, 3 fig.).

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

Solénoïdes et enroulements électromagnétiques; Hedges (*P. A. I. E. E*, vol. XXXV, mai 1916, p. 607, Voir aussi novembre 1915).

Classification des moteurs à courant alternatif; Fynn (voir Creedy) (*P. A. I. E. E.*, mai 1916, p. 726-738, 4160 mots, 2 tab., 4 fig. Voir aussi mai et juillet 1915).

L'entretien du moteur à courant continu; S. Lees (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 7 janvier 1916, p. 4-7; 14 janvier, p. 57). Suite d'article contenant 24 figures.

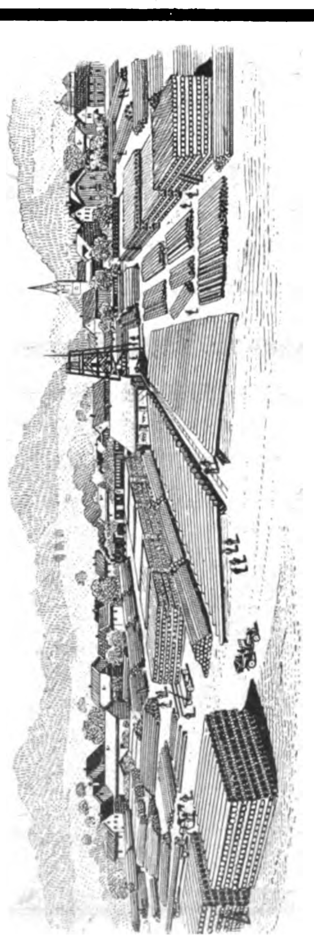
La location et l'entretien des moteurs à courant continu; Henry Joseph (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er mai 1916, p. 564-579, 16185 mots, 5 tab. *Elect. Rev.*, vol. LXXVIII, 7 avril 1916, p. 407-409, 2978 mots; 14 avril, p. 436, 1600 mots. *Electrician*, vol. LXXVII 12 mai 1916, p. 185-187, 3700 mots, 4 tab., et p. 188. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 10 juin 1916, p. 254-258, 2121 mots 5 tab. *Elect. World*, vol. LXVII, 24 juin 1916, p. 1482, 450 mots.

Récents perfectionnements dans les moteurs d'induction à répulsion (*Electrical World*, vol. LXVII, 11 février 1916, p. 390-392, 2000 mots, 3 fig.)

Moteur monophasé à cage d'écureuil avec grand couple de démarrage et grande compensation de phase; (*P. A. I. E. E* vol. XXXI, avril 1916, p. 492, 416 mots; voir aussi octobre 1915).

Les caractéristiques des moteurs d'induction triphasés employés sur circuits à courant alternatif simple; M. Rosenbaum (*Electrician*, vol. LXXVI, 18 février 1916, p. 701-704, 3674 mots, 10 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 666, 1 fig *Sc. Abst.* B., vol. XIX, 25 avril 1916, p. 143, n° 297).

Le démarrage en répulsion des moteurs d'induction; Hamilton (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 484-491, 2900 mots, 6 fig.; voir aussi octobre 1915).



Glissement des moteurs d'induction ; A.-H. MITTAG (*G. E. R.*, t. XIX, mars 1916, p. 234-236. *Lum. élect.*, t. XXXIII, 13 mai 1916, p. 158. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 181, n° 370).

Appareil pour le démarrage et la commande de la vitesse des moteurs électriques; C.-C. GARRAD (*Electrician*, vol. LXXVI, 3 mars 1916, p. 772-774, 3674 mots, 2 fig.; 17 mars, p. 837, 2700 mots, 3 fig.; 24 mars, p. 873-875, 3500 mots, 1 fig.; 14 avril, p. 57, lettre. *Elect. World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 891. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 177, n° 360. *Elect. World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1372).

Dispositif de démarrage et de commande des moteurs (*Engineering*, t. CI, 9 juin 1916, p. 552-554, 3000 mots, 12 fig.).

Dispositifs de mise en marche et de réglage des machines commandées électriquement; L.-C. BROOKS (*Am. Soc. Mech. Eng. J.*, t. XXXVIII, février 1916, p. 112-121, *Mecd. Eng.*, t. XXXVII, 10 mars 1916, p. 180-182. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 139, n° 287).

Embrayage magnétique avec dispositif de sûreté employé dans une manufacture de caoutchouc; C.-B. FERGUSON (*Metall. and Chem. Eng.*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 60-61, 1200 mots, 2 fig. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 15 avril 1916, p. 72).

Embrayage à vitesse variable Williams-Janney (*Electrician*, vol. LXXVI, 3 mars 1916, p. 764-767, 2756 mots, 9 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 8 avril 1916, p. 835).

Grues pour la construction des navires de la Compagnie des Chantiers navals de Rotterdam; G. DE GELDER (*Engineering*, t. CI, 5 mai 1916, p. 435, 2860 mots, 3 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 178-181, 2800 mots, 3 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1372. *Génie civil*, t. LXVIII, 24 juin 1916, p. 420).

Grue électrique à bras contre-balancé; C.-M. TOPLIS (*Electrician*, vol LXXVII, 5 mai 1916, p. 145-147, 1837 mots, 7 fig.).

Appareil de commande pour grandes grues tournantes cantilever (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 870-873, 600 mots, 4 fig., 1 tab. *Elect. World*, vol. LXVII, 13 mai 1916, p. 1115).

L'état actuel des appareils de manutention pour la charge et la décharge des navires dans les ports de la marine américaine; James-A. JACKSON and Robert-H. ROGERS (*G. E. R.*, vol. XIX, février 1916, p. 127-132, 4010 mots).

Un grand élévateur électrique; SYKES (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 414-420, 2288 mots; voir aussi *P. A. I. E. E.*, août 1915).

Pont basculant système Schertzer du Great Central Railway (*Engineering*, vol. CI, 23 juin 1916, p. 592-594, 2000 mots, 8 fig. *La Nature*, n° 2239, 26 août 1916, p. 138-141, 1872 mots, 3 fig.).

Rapport de l'inspecteur en chef des Mines sur les emplois de l'électricité dans les mines anglaises; Sir R.-A.-S.-REDMAYNE (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 avril 1916, p. 463).

Les pompes d'exhaure des mines ; W.-B. BRYAN (*Engineering*, vol. CI, 14 janvier 1916, p. 40, 737 mots, 1 tab.).

L'alimentation par un réseau d'un laminoir de 8500 ch (*Elect. World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 640-644, 1238 mots, 3 fig., 1 tab.).

Le moteur électrique pour la commande des laminoirs; F.-B. CROSBY (*G. E. R*, vol. XIX, avril 1916, p. 282-297, 4812 mots, 32 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 178, n° 364. *Electrician*, vol. LXXVII, 7 juillet 1916, p. 455-458, 3800 mots, 5 fig.).

L'emploi de l'énergie électrique dans les carrières d'ardoises; G.-K. PATON (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 494-496, 2300 mots, 2 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 1252. *Electrician*, vol. LXXVII, 39 juin 1916, p. 421-424, 6450 mots, 1 fig.).

L'équipement électrique des carrières de marbre de la Alabama Marble C°; R.-T. BROOKE (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1915, p, 319-323, 750 mots, 9 fig.).

Les ateliers de sciage et de charpenterie de Sherry (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 7 avril 1916, p. 388-391, 1860 mots, 7 fig.).

La commande électrique dans les ateliers de cordonnerie; Norman -

G. Meade (*Elect. World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 708-709, 6 fig.).

Les applications de l'électricité à l'agriculture; W.-T. Kerr (*Electrician*, vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 386-389, 3600 mots, 2 fig., p. 406; 950 mots, 30 juin, p. 418. *Electrical Engineering*, t. XII, 20 juin 1916, p. 245-248, 3 fig. *Electrical Review*, t. LXXIX, 21 juillet 1916, p. 80-83, 4839 mots, 1 fig.)

L'alimentation en eau de Down-Town du district minier de Leadville; W.-H. Horton (*G. E. R.*, vol. XIX, février 1916, p. 96-107, 3208 mots, 17 fig., 7 tab.).

Machine à écrire automatique à commande par moteur pour lettres de forme imprimée (*Elect. World*, vol LXVII, 11 mars 1916. *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 596).

Nouveau dispositif de signal d'alarme à batterie d'accumulateurs; W.-M. Thornton (*Electrical Review*, vol. LXXVII, 20 août 1915, p. 252-254. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 176, n° 358).

TRACTION. LOCOMOTION.

Les chemins de fer électriques; H.-M. Hobart (*Electrician*, vol. LXXVI, 7 janvier 1916, p. 501-505; 14 janvier 1916, p. 521-523; suite d'artticles. *Engineering*, t. CI, 7 janvier 1916, p. 22-24; 14 janvier, p. 45-48; 21 janvier, p. 69-72; 28 janvier, p. 90; 4 février, p. 115-117; 21 fig. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 janveir 1916, p. 103-106, 2978 mots, 4 fig., et p. 98. *Electrical World*, ol. LXVII, 29 janvier 1916, p. 274, 200 mots; 19 février 1916, p. 442, 500 mots. *Tramway and Railway World*, vol. XXXIX, 10 février 1915, p. 121-123, 2250 mots, 5 tab.)

Sur l'emploi du courant continu pour l'électrification des lignes de pénétration et des lignes principales: Norman-Wilson Storer (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er mai 1916, p. 521-550, 25357 mots, 14 fig.; juin, p. 664-667, 3500 mots. *Electrician*, vol. LXXVI, 17 mars 1916, p. 846-849, 3600 mots, 3 fig.; 24 mars, p. 880-884; 2800 mots, 1 fig.; 31 mars, p. 902-904, 5500 mots; p. 913, vol. LXXVIII, 14 avril, p. 46-49. 3500 mots. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 24 mars 1910, p. 354, 2234 mots, 4 fig.; 31 mars 1916, p. 380-382, 2200 mots, 1 fig.; 7 avril, p. 409, 1900 mots; 28 avril p. 493, 1489 mots. *Elect. World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 892; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 230, n° 478).

La pratique des chemins de fer à courant continu à haute tension; Clarence Renshaw (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 437-451, 5824 mots. *Industrie électrique*, t. XXV, 10 juin 1916, p. 201. *Génie civil*, t. LXVIII, 10 juin 1916, p. 386. *Lum. élect.*, t. XXXIV, 15 juillet 1916, p. 66-70, 2470 mots, 3 fig. *Electrician*, vol. LXXVII, 14 juillet 1716, p. 489-490, 3600 mots. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 231, n° 480).

Les chemins de fer monophasés; Edwin Austin (Ouvrage édité par Constable and Co Ltd, London. Prix : 21 sh. net. Bibliographié dans *Elect. Review*, vol. LXXVIII, 14 avril 1916, p. 438-439, 2300 mots).

Relation entre la puissance hydraulique et les moyens de transport; Lewis-B. Stillwell (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 561-574, 4992 mots, 5 tab.; juillet 1916, p. 1131-1144, 5824 mots *Lum. élect.*, t. XXXIV, p. 166-168, 12 août 1916, 1600 mots)

Les causes et les effets du trafic des marchandises; David-B. Rushmore and R.-H. Rogers (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 305-308, 2005 mots, 3 fig.).

L'attitude du public envers la traction électrique; C.-E. Eveleth (*G. E. R.*, vol XIX, février 1916, p. 139-141, 1650 mots).

Le plus pressant des problèmes de l'électrotechnique nationale : l'électrification des chemins de fer; Rag. Giovanni Anzini (*Elettrotecnica*, vol. III, 20e année, 25 mars 1916, p. 170-173, 3351 mots).

Principes fondamentaux de l'exploitation rationnelle des voitures; C.-C. Chappelle (*El. Ry. J.*, t. XLVII, 15 janvier 1916, p. 116-125 *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 112, n° 232).

La locomotive électrique; F. W. Carter (*Electrician*, vol. LXXVI, 14 janvier 1916, p. 540, 918 mots; 21 janvier, p. 574, 694 mots. *Engineering*, vol. CI, 14 janvier 1916, p. 34, 2200 mots. *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 janvier 1916, p. 94-96, 1041 mots, 3 fig.). Communication faite à l'Institution of Civil Engineers, 11 janvier 1916

L'emploi des rhéostats à liquide dans les locomotives électriques;

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

Tickets garde-places dans les trains à leng parceurs.

L'administration des Chemins de fer de l'État délivre des tickets garde-places en 1[re] et 2[e] classes pour les trains à long parcours circulant sur les lignes principales de son réseau, ce qui donne aux voyageurs de ces deux classes la faculté de se faire marquer des places à l'avance. — Cette faculté est toutefois limitée aux voyageurs partant de la gare de formation du train ; des affiches apposées dans les gares indiquent les trains pour lesquels les tickets garde-places peuvent être utilisés et les gares où la délivrance de ces tickets est effectuée. — Toute place retenue à l'avance donne lieu au paiement d'un droit spécial d'un franc, quelle que soit la classe de voiture utilisée.

Les demandes peuvent être adressées à la gare par lettre, par dépêche ou par téléphone ; mais les places ne sont marquées effectivement dans le train qu'après que le droit d'un franc a été versé à la gare de départ et que le voyageur a pu présenter les titres de circulation utiles (billets ou cartes).

La location d'avance dont il vient d'être parlé cesse une heure avant l'heure réglementaire de départ du train ; mais des tickets garde-places peuvent être ensuite délivrés, à raison de 0 fr. 25 par place, soit sur le quai de départ après la formation du train, soit en cours de route lorsque le train est accompagné par un surveillant de voitures.

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

Services rapides entre Paris-Quai d'Orsay :: Saint-Sébastien, Madrid et Lisbonne. ::

Il est utile de rappeler que la Compagnie d'Orléans assure très régulièrement les relations entre Paris-Quai d'Orsay, Saint-Sébastien Madrid et Lisbonne.

C'est ainsi que deux trains express quittant Paris-Quai d'Orsay à 8 h. 40 et 21 h. 50 arrivent à Hendaye-Irun à 23 h. 15 et 12 h. 56, à Saint-Sébastien à 8 h. 59, 14 h. 33 et 16 h. 27, à Madrid à 21 h. 10 et 7 h., à Lisbonne à 15 h. 21 et 1 h. 8.

Au retour, des express permettent de quitter Lisbonne à 21 h. 35 et 16 h. 55, Madrid à 21 h. et 8 h., Saint-Sébastien à 12 h. 17, 15 h. 55 et 20 h. 28, Hendaye-Irun à 13 h. 15, 16 h. 1 et 7 h. 20 pour arriver à Paris-Quai d'Orsay à 6 h. 46, 7 h. 29 et 22 h. 27.

Voitures directes des trois classes de Paris à Hendaye-Irun et vice versa, wagons-lits, wagons-restaurants.

A.-J. Hall (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 153-158, 2456 mots, 6 fig.; mai, p. 716-718, 500 mots, 1 fig.).

Les moteurs de traction à courant continu; E.-V. Pannell (*J. I. E. E*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 449-472, 18 343 mots, 15 fig., 4 tab.; juin, p. 659-660, 2000 mots; reproduit dans *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 10 mars 1916, p. 296-298, 2300 mots, 8 fig. *Electrician*, t. LXXVI, 17 mars 1916, p. 831-834, 6500 mots, 4 fig.; 24 mars, p. 869-870, 3500 mots. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 180, n° 369. *Elect. World*, vol. LXVII, 8 avril 1916, p. 834. *Engineering*, vol. CII, 7 juillet 1916, p. 24-27, 6633 mots, 13 fig. *Génie civil*, t. LXIX, 26 août 1916, p. 143, 180 mots).

La pratique moderne de la construction et de l'entretien des joints et connexions de rails dans les chemins de fer électriques; E.-R. Shepard (*Technologic Papers of Bûr. of St.*, n° 62. *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 410-413, 1260 mots. *Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 126, 1500 mots. *Elect. World*, vol. LXVII, 22 avril 1916, p. 947)

Les locomotives de mines modernes; Bright (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 420-422, 824 mots; voir aussi *P. A. I. E. E.*, août 1915).

Installation de signaux et de block-system à courant continu pour chemins de fer: H.-M. Jacobs (*G. E. R.*, t. XIX, p. 75-79, janvier 1716. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 118, n° 241).

Dispositif Julian pour la limitation de la vitesse et l'arrêt automatique des trains (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 807, 1700 mots, 1 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 151, n° 315).

Les tramways électriques considérés au point de vue du public; O.-B. Willcox (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 308-313, 3609 mots).

Transmission électrique pour automobiles: W. Morrisson (*Elect. Rev. and West. El.*, t. LXVIII, 12 février 1916, p. 304-306 *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 149, n° 312).

Démarreur électrique pour automobile; C.-A. Vanderwell et C° (*Elect. Times*, t. XLIX, 2 mars 1916, p. 160-161 *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 137, n° 284).

La traction monophasée sur les chemins de fer suisses; J.-B. Sparks (*Elect. Times*, t. XLIX, 24 février 1916, p. 139-140. *Sc. Abst*: B, vol. XIX, avril 1916, p. 164, n° 300).

L'exploitation du Norfolk: F.-E. Wynne (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 139-145, 2525 mots, 4 fig.; mai 1916, p. 703-716, 5200 mots).

Electrification de la section Shildon-Newport de la North Earsten Railway C° (*Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai 1916, p. 239, et 246-249, 3700 mots, 10 fig.; 2 juin, p. 284-289, 3600 mots, 11 fig.; 9 juin, p. 314-320, 3400 mots, 10 fig. *Engineering*, vol. CI, 26 mai 1916, p. 496-500, 2900 mots, 31 fig. 1 pl.; 2 juin, p. 521-525, 4000 mots, 15 fig., 1 pl. *Electrical Review*. vol. LXXVIII, 26 mai, p. 604-607, 2900 mots, 10 fig.; 2 juin, p. 609 et 631-634, 3200 mots, 9 fig.; 16 juin, p. 669, 1 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, p. 1482, 24 juin 1916, 176 mots: vol. LXVIII, 8 juillet 1916, p. 91, 340 mots).

Les chemins de fer aériens et souterrains de Liverpool; J. Shaw (*Engineer*, t. CXX, 10 décembre 1915, p 552. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 146, n° 306).

L'électrification de la ligne Philadelphie-Paoli; G. Gibbs (*El. Ry J.*, t. XLVII, 29 janvier 1916, p. 203-205. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 149, n° 311).

Electrification du chemin de fer de Pensylvanie à Philadelphie (*Tramway and Railway World*, vol. XXXIX, 10 février 1916, p. 109-113, 2950 mots, 8 fig.).

Essais de traction à courant continu à 5000 volts entre Jackson et Grass Lake (Michigan) (*Tramway and Railway World*, vol. XXXIX, 10 février 1916, p. 113-115, 2000 mots, 2 fig.).

Les tramways et chemins de fer électriques aux Etats-Unis (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift. Industrie électrique*, vol. XXV, 26 juin 1916, p. 224, 250 mots).

Projet d'électrification des chemins de fer de l'Argentine (*Electrical Review*, t. LXXVIII, 19 mai 1916, p. 555-556, 1489 mots 2 fig.).

A.-J. Hall (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 153-158, 2456 mots, 6 fig.; mai, p. 716-718, 500 mots, 1 fig.).

Les moteurs de traction à courant continu; E.-V. Pannell (*J. I. E. E*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 449-472, 18 343 mots, 15 fig., 4 tab.; juin, p. 659-660, 2000 mots; reproduit dans *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 10 mars 1916, p. 296-298, 2300 mots, 8 fig. *Electrician*, t LXXVI, 17 mars 1916, p. 831-834, 6500 mots, 4 fig.; 24 mars, p. 869-870, 3500 mots. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 180, n° 369. *Elect. World*, vol. LXVII, 8 avril 1916, p. 834. *Engineering*, vol. CII, 7 juillet 1916, p. 24-27, 6633 mots, 13 fig. *Génie civil*, t. LXIX, 26 août 1916, p. 143, 180 mots).

La pratique moderne de la construction et de l'entretien des joints et connexions de rails dans les chemins de fer électriques; E.-R. Shepard (*Technologic Papers of Bür. of St.*, n° 62. *Journ. Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 410-413, 1260 mots. *Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 126, 1500 mots. *Elect. World*, vol. LXVII, 22 avril 1916, p. 947)

Les locomotives de mines modernes; Bright (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 420-422, 824 mots; voir aussi *P. A. I. E. E.*, août 1915).

Installation de signaux et de block-system à courant continu pour chemins de fer: H.-M. Jacobs (*G. E. R*, t. XIX, p. 75-79, janvier 1716. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 118, n° 241).

Dispositif Julian pour la limitation de la vitesse et l'arrêt automatique des trains (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 807, 1700 mots, 1 fig. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 151, n° 315).

Les tramways électriques considérés au point de vue du public; O.-B. Willcox (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 308-313, 3609 mots).

Transmission électrique pour automobiles: W. Morrisson (*Elect. Rev. and West. El.*, t. LXVIII, 12 février 1916, p. 304-306 *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 149, n° 312).

Démarreur électrique pour automobile; C.-A. Vanderwell et Cº (*Elect. Times*, t. XLIX, 2 mars 1916, p. 160-161 *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 137, n° 284).

La traction monophasée sur les chemins de fer suisses; J.-B. Sparks (*Elect. Times*, t. XLIX, 24 février 1916, p. 139-140. *Sc Abst*: B, vol. XIX, avril 1916, p. 164, n° 300).

L'exploitation du Norfolk: F.-E. Wynne (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 139-145, 2525 mots, 4 fig.; mai 1916, p. 703-716, 5200 mots).

Electrification de la section Shildon-Newport de la North Earsten Railway Cº (*Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai 1916, p. 239, et 246-249, 3700 mots, 10 fig.; 2 juin, p. 284-289, 3600 mots, 11 fig; 9 juin, p. 314-320, 3400 mots, 10 fig. *Engineering*, vol. CI, 26 mai 1916, p. 496-500, 2900 mots, 81 fig. 1 pl.; 2 juin, p. 521-525, 4000 mots, 15 fig., 1 pl. *Electrical Review*. vol. LXXVIII, 26 mai, p. 604-607, 2900 mots, 10 fig.; 2 juin, p. 609 et 631-634, 3200 mots, 9 fig.; 16 juin, p. 669, 1 fig. *Elect. World*, vol. LXVII, p. 1482, 24 juin 1916, 176 mots; vol. LXVIII, 8 juillet 1916, p. 91, 340 mots).

Les chemins de fer aériens et souterrains de Liverpool; J. Shaw (*Engineer*, t. CXX, 10 décembre 1915, p. 552. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 146, n° 306).

L'électrification de la ligne Philadelphie-Paoli; G. Gibbs (*El. Ry J.*, t. XLVII, 29 janvier 1916, p. 203-205. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 149, n° 311).

Electrification du chemin de fer de Pensylvanie à Philadelphie (*Tramway and Railway World*, vol. XXXIX, 10 février 1916, p. 109-113, 2950 mots, 8 fig.)

Essais de traction à courant continu à 5000 volts entre Jackson et Grass Lake (Michigan) (*Tramway and Railway World*, vol. XXXIX, 10 février 1916, p. 113-115, 2000 mots, 2 fig.).

Les tramways et chemins de fer électriques aux Etats-Unis (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift. Industrie électrique*, vol. XXV, 26 juin 1916, p. 224, 250 mots).

Projet d'électrification des chemins de fer de l'Argentine (*Electrical Review*, t. LXXVIII, 19 mai 1916, p. 555-556, 1489 mots 2 fig.).

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 227 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
139. Soudeurs et soudeuses connaissant spécialement les accumulateurs électriques.
147. Manœuvres mécaniciens.
16r. Un monteur.
178. Ingénieur électricien pour service achats.
180. Un monteur pour la force motrice.
182. Deux monteurs lumière.
182. Chef monteur.
185. Un tourneur ajusteur.
188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189. Électricien connaissant la réparation des moteurs.
190. Un monteur.
191. Un monteur.
192. Un métreur (conviendrait à ouvrier réformé pouvant faire travaux écritures).
193. Un bon monteur électricien pour voitures de chemins de fer, sans obligation militaire, situation d'avenir.

DEMANDES D'EMPLOIS.

263. Ingénieur de l'Institut Electrotechnique à Nancy et d'A. et M. à Alexandrovsk (Russie), demande emploi dans exploitation.

310. Ingénieur E.P.E.I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

344. Ingénieur, ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, réformé pour blessures de guerre, demande place d'ingénieur dans usine ou dans bureau d'études pour réseau haute tension et traction électrique. Accepterait direction secteur.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser, 27, rue Tronchet.*)

OFFRE D'EMPLOI.

On demande un jeune homme au courant de l'étalonnage de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

On demande pour le service cummercial un ingénieur non mobilisable très au courant de la vente des machines électriques.

On demande des chefs monteurs électriciens et des monteurs électriciens.

On demande : bons bobiniers, bons ajusteurs, électricien plombier, ingénieur bon monteur électricien connaissant bien l'essai de machines électriques.

On demande un jeune homme au conrant de l'étalonnage, de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

DEMANDES D'EMPLOI.

2721, Chef d'usine au courant de la haute et basse tension demande place analogue ou direction d'une petite usine.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2743 Ingénieur électricien libéré obligation militaire, dirigeant actuellement service d'exploitation d'importants réseaux haute et basse tension, désire situation France ou Étranger.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.

Office national du Commerce extérieur. — L'Office national du Commerce extérieur fait connaître par la voie de ses « Dossiers Commerciaux » qu'il serait disposé à étudier la possibilité de faire un tirage spécial d'ensemble des listes des maisons avec lesquelles tout commerce est interdit, listes dont le *Journal officiel* a commencé la publication.

Pour que l'Office réalise ce projet, il faudrait que le nombre de demandes fût tel qu'il permît un tirage assez important.

L'Office ouvre donc une souscription et les exportateurs français qui seraient désireux de posséder ces listes et leurs suppléments dans un même format, peuvent dès maintenant s'inscrire à cet effet.

Les prix de ces fascicules, y compris les annexes successives, sera de 1 fr.

L'Hôtel des Sociétés d'ingénieurs des États-Unis. — Grâce aux largesses de M. Andrew Carnegie, les sociétés d'ingénieurs des Etats-Unis possèdent un magnifique immeuble construit spécialement en vue de réunir les bureaux, salles de réunions et bibliothèques de ces sociétés et de créer ainsi un centre technique où se trouvent rassemblées toutes les sources de renseignements et d'informations concernant les nombreuses branches de l'Art de l'Ingénieur. Dès l'achèvement des constructions, trois des principales sociétés techniques américaines y avaient installé leurs services : l'American Institute of Electrical Engineers qui compte aujourd'hui 8308 membres, l'American Society of Mechanical Engineers comprenant 7149 membres, et l'American Institute of Mining Engineers comptant 5597 membres; à ces sociétés, qui, sous le nom de « United Engineering Society », ont constitué une société propriétaire de l'Hôtel et chargée de sa conservation, s'étaient jointes d'ailleurs quelques autres de moindre importance. Mais à l'United Engineering Society il manquait jusqu'ici la puissante American Society of Civil Engineers, comprenant 8022 membres, qui avait conservé ses anciens locaux.

D'après une information de la presse technique américaine cette lacune aura bientôt disparu et l'American Society of Civil Engineers fera désormais partie de l'United Engineering Society au même titre et avec les mêmes droits que les trois sociétés fondatrices. Trois nouveaux étages seront ajoutés à la construction pour ses services; une dépense de 1 250 000 fr est prévue dans ce but, ce qui portera à plus de 11 000 000 fr le prix de revient de l'Hôtel.

Le nombre des sociétés qui utiliseront les locaux mis à leur disposition par la générosité de M. Carnegie se trouvera ainsi porté à 19. Voici la liste de ces sociétés avec l'indication du nombre des membres de chacune d'elles :

American Society of Civil Engineers	8022
American Institute of Electrical Engineers	8308
American Institute of Mining Engineers	5597
The American Society of Mechanical Engineers	7149
Aeronautical Society of America	200
American Society of Heating and Ventilating Engineers	705
American Gas Institute	1530
Association of Edison Illuminating Companies	73
American Institute of Aeronautical Engineers	121
Empire Gas and Electric Association	115
Illuminating Engineering Society	1350
Municipal Engineers of the City of New York	600
National Electric Light Association	14000
National Association of Engine and Boat Manufacturers	175
New York Electrical Society	705
Society for Electrical Development	1128
Society of naval architects and marine engineers	900
Society of Automobile Engineers	1975
U. S. Naval Consulting Board	24

Le total de leurs membres atteint 52 677. Chacun d'eux a libre entrée à la bibliothèque qui contient actuellement 62 500 volumes (sans compter ceux de la bibliothèque de l'American Society of Civil Engineers) et s'enrichit annuellement d'environ 3000 volumes.

Les échanges franco-américains, par Victor CAMBON. Une brochure, format 23 cm × 14 cm, 44 pages. Editions de *La Lumière électrique*, 6, rue du Rocher, Paris.

Cette brochure reproduit une conférence faite récemment à l'Union pour la Belgique et les Pays alliés, présidée par la comtesse de Greffulhe. Que le lecteur n'y cherche pas une fastidieuse énumération des produits agricoles ou manufacturés qui s'échangeaient, s'échangent ou s'échangeront entre la France et les Etats-Unis. Les échanges dont parle M. Victor Cambon sont en effet plutôt d'ordre moral : échanges d'idées et de mœurs.

Sous la forme attrayante et humoristique qu'il sait donner à ses conférences, M. Cambon nous trace un tableau intéressant de la vie aux Etats-Unis. Il nous montre par quelques exemples le caractère entreprenant des Américains, leur fiévreuse course aux dollars qui ne connaît pas les entraves de la bureaucratie, leur souci de maintenir la vigueur de la race yankee qui se traduit par le développement des sports et la guerre à mort contre l'alcoolisme, leur respect pour la femme et la puissance qu'elle a acquise par la supériorité de ses manières et de son éducation, leur mépris pour les politiciens de profession, leur conception des affaires, leur méthode de travail, leur organisation industrielle, etc., et conclut que nous avons le plus grand intérêt à importer en France quelques-unes des idées et des mœurs qui ont permis aux Etats-Unis de prospérer si rapidement.

En échange, importons chez eux les goûts artistiques qui sont l'apanage de notre race. Un peuple riche aime les arts; il suffit pour s'en convaincre de parcourir les Etats-Unis de l'Ouest à l'Est : à mesure qu'on s'éloigne des régions encore frustes pour se rapprocher des régions riches, on constate la disparition de la camelotte allemande et son remplacement par des produits d'un goût plus épuré. Or les Américains sont aujourd'hui trop riches et ne demandent qu'à nous retourner en échange de nos produits de luxe l'or que nous leur envoyons pour nos munitions de guerre. Sachons donc, dit M. Cambon, mettre à profit leurs désirs et préparons-nous dès maintenant à recevoir confortablement et même luxueusement les 600 000 à 700 000 Américains qui attendent la fin de la guerre pour venir visiter la France et y laisser une partie de leurs dollars.

Les câbles sous-marins allemands, par Charles LESAGE, Inspecteur des Finances, professeur à l'École des Sciences politiques. Un vol. format 19 cm × 12 cm, 275 pages. Librairie Plon-Nourrit et Cie, 8, rue Garancière, Paris (6e). Prix : broché, 3,50 fr.

C'est en juillet 1914 que M. Ch. Lesage acheva cette étude dont il a différé la publication jusqu'à cette heure : ce n'est donc pas un travail hâtif que les circonstances tragiques que la France traverse ont fait éclore; c'est une étude claire, précise, documentée d'histoire politique et financière, consacrée à l'un des plus puissants instruments de l'expansion du germanisme dans l'univers.

Comment, malgré l'hostilité de l'Angleterre, les Allemands sont parvenus à poser deux câbles entre l'Allemagne et les États-Unis; comment ils ont organisé un réseau de communications sous-marines et radiotélégraphiques dans l'océan Pacifique, grâce aux Hollandais et sous les regards encourageants de la France; comment ils se sont reliés avec leurs colonies de l'Ouest Africain en 1912; comment ils ont obtenu l'aide du gouvernement français pour joindre l'Allemagne à l'Amérique du Sud; comment ils se sont assuré, grâce à un câble immergé dans la mer Noire, des communications directes avec Constantinople et l'Égypte; enfin, comment ils ont réussi à faire atterrir un câble dans notre grand port militaire de Brest : telles sont les questions passionnantes et assez mystérieuses traitées dans ce livre et sur lesquelles M. Ch. Lesage a, le premier, jeté une clarté imprévue, et parfois vraiment cruelle pour des yeux français.

Il y a, dans ces pages, des exemples à suivre et de graves fautes à réparer, c'est-à-dire, pour demain, une leçon sérieuse à méditer.

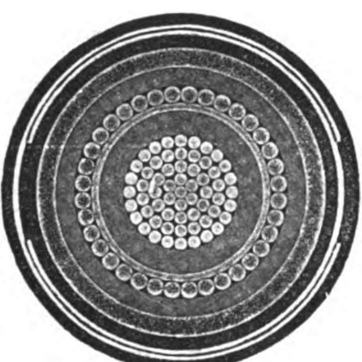
Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est

Société Anonyme au Capital de 30.000 000 de Francs.

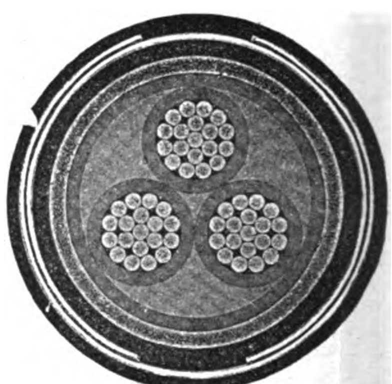
CABLERIE DE **JEUMONT** (NORD)

SIÈGE SOCIAL : *75, boulevard Haussmann, PARIS*

AGENCES :



PARIS : 75, *boul. Haussmann.*
LYON : 168, *avenue de Saxe.*
TOULOUSE : 20, *Rue Cujas.*
LILLE : 34, *rue Faidherbe.*
MARSEILLE : 8, rue des Convalescents.
NANCY : 11, boulevard de Scarpone.
BORDEAUX : 52, Cours du Chapeau-Rouge.
NANTES : 18, *Rue Menou.*
ALGER : 45, *rue d'Isly.*
St-FLORENT (Cher) : *Mr Belot.*
CAEN (Calvados) : 37, rue Guilbert.



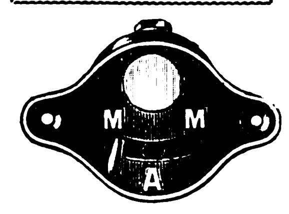
CABLES ARMÉS ET ISOLÉS A HAUTE ET BASSE TENSION

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRIVOLAS

PARIS 1900, SAINT-LOUIS 1904, Médailles d'Or
LIÈGE 1905, Grand Prix.
MILAN 1906, 2 Grands Prix

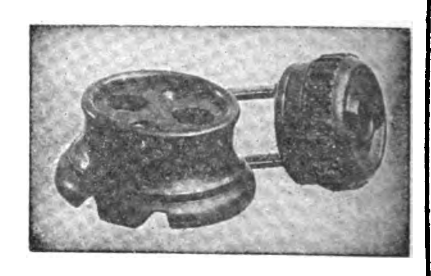
Société anonyme au Capital de 3 500 000 francs
Siège social : 14 et 16, rue Montgolfier, PARIS

LONDRES 1908, Membre du Jury.
BRUXELLES 1910, Grand Prix.
TURIN 1911. H. C. Memb. du Jury
GAND 1913, Grand Prix.



APPAREILLAGE pour HAUTE TENSION
APPAREILLAGE pour BASSE TENSION
APPAREILLAGE de CHAUFFAGE
par le procédé QUARTZALITE, système O. BASTIAN
Breveté S. G. D. G.
Accessoires pour l'Automobile et le Théâtre.
MOULURES et ÉBÉNISTERIE pour l'ÉLECTRICITÉ
DÉCOLLETAGE et TOURNAGE en tous genres.
MOULES pour le Caoutchouc, le celluloid, etc.
PIÈCES moulées en ALLIAGES et en ALUMINIUM
PIÈCES ISOLANTES moulées pour l'ÉLECTRICITÉ
en ÉBÉNITE (bois durci), en ÉLECTROINE.

Téléphones : **ARCHIVES**, 30,55
— 30,58
— 13,27
Télégrammes : **Télégrive-Paris.**



SIÈGE SOCIAL :
26, rue Laffitte.

SOCIÉTÉ ANONYME
pour le
TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX

CAPITAL : 1.000.000 DE FRANCS

TÉLÉPHONE :
Gutenberg 16-27, 16-28

ACCUMULATEURS TEM ET SIRIUS

pour toutes applications.

DÉTARTREURS ÉLECTRIQUES

Usines : SAINT-OUEN (Seine), 4, Quai de Seine. — SAINT-PETERSBOURG, Dereunia Volynkino.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Télégraphie; W.-H. Preece et J. Sivewright (édition revue et réécrite par W. Llevellyn Preece. Ouvrage édité par Longmans, Green and C°. Prix : 7 s., 6 d. Bibliographie dans *Engineering*, 14 janvier 1916, vol. CI, p. 41, 1100 mots).

Notes sur quelques points de détail relatifs à la transmission en duplex sur les longs câbles sous-marins; Walter Judd (*J. I. E. E*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 489-491, 100 mots, 4 fig.).

Accroissement du trafic des lignes télégraphiques par l'utilisation de l'unisson acoustique (système Oscar Sruka) (*Electrical Review*, 25 février 1916. *Elect. World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 723, 2 fig. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 24 juin 1916, p. 305-308, 2000 mots, 3 fig.).

Les principes de la télégraphie imprimante moderne; H.-H. Harrison (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 13 février 1916, p. 309-379, 44 239 mots, 105 et 3 fig., 2 tab.; 1er mars, p. 438-445, 7400 mots. *Electrician*, vol. LXXVI, 28 janvier 1916, p. 602-604, 2800 mots, 3 fig ; 4 février, p 634-637, 3674 mots, 6 fig ; 11 février, p. 669-672, 4600 mots, 1 fig.; 25 février, p. 745, lettre de 4000 mots et p. 728 et 731-733, 4000 mots. *Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 443. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 118, n° 240).

Le système télégraphique imprimant de la Western Union Telegraph C° (*Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 211-216, 4574 mots, 15 fig.).

Modifications apportées aux installations télégraphiques du chemin de fer Lecco-Monza en raison de l'exploitation par traction électrique: C. Montanari (*Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, vol. IX, 15 janvier 1916, p. 4-8, 900 mots, 4 fig., 2 tab.).

Câble sous-marin pour télégraphie rapide; Bela Gati (*P. A. I. E. E.*, septembre 1915; juillet 1916, p. 1059-1062, 1300 mots)

Les télégraphes en Bolivie en 1913 (*Journal télégraphique*, vol. XL, 25 février 1916, p. 43-44).

Etude sur le règlement télégraphique international (*Journal télégraphique*, t. XXXIX et t. XL. Suite d'articles dont la publication commence dans le numéro du 25 juillet 1915).

L'installation des lignes téléphoniques sur les lignes de transmission à haute tension; F.-M. Gillespie (*Elect. World*, t. LXVI, 11 décembre 1915, p. 1315-1316. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 160. n° 325).

Un nouveau sélecteur pour ligne téléphonique; E.-V. Zomparelli (*Elettricista*, série III, vol. V, 1er janvier 1916, p. 1-3, 2850 mots, 6 fig.).

Multiple téléphonique automatique à Los Angeles; Campbell (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 518-525, 3300 mots. Voir aussi *P. A. I. E. E.*, août 1915).

Récents résultats obtenus par le traitement préservatif des

(1) Par suite de la réduction du nombre des pages que les circonstances actuelles nous ont imposée, nous n'avons pu signaler, tant dans le texte principal que dans la Littérature des Périodiques, un grand nombre de travaux étrangers concernant l'électricité. Sur l'avis de plusieurs de nos lecteurs, nous réparons aujourd'hui en partie ces omissions en publiant ici les titres de ceux de ces travaux qui ont paru dans la presse technique des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et de l'Italie. Afin que le lecteur puisse se rendre compte dans une certaine mesure de l'importance de l'article ou mémoire, nous avons le plus souvent indiqué le nombre des mots, des figures et des tableaux qu'il renferme. (pour la comparaison, notons qu'une page de texte principal de *La Revue électrique* renferme environ 1.110 mots de cinq lettres en moyenne). En outre, afin de lui faciliter les recherches nous avons indiqué les diverses publications où le même article a été reproduit, analysé ou résumé. Ajoutons que les fiches qui nous ont servi avaient été établies à titre de renseignements pour les besoins de la Rédaction et non en vue de leur publication, ce qui explique et excuse le défaut d'unité de leur rédaction.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — *J. I. E.E. : Journal of the Institution of Electrical Engineers*. Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

poteaux téléphoniques; Rhodes and Hosford (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 497-503, 2912 mots). Discussion d'une communication publiée dans *P. A. I. E. E.*, octobre 1915.

Arrêté réglementant le service téléphonique en Afrique occidentale française (*Journal télégraphique*, t. XL, 25 janvier 1916, p. 15-21).

Application des formules de transmission téléphonique aux problèmes de l'effet pelliculaire; G.-W.-O. Howe (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 473-480, 5305 mots, 7 fig., 2 tab. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 172, n° 349).

Les télégraphes et les téléphones en Luxembourg en 1913 et 1914 (*Journal télégraphique*, t. XL, 25 janvier 1916, p. 13-15).

Les télégraphes et les téléphones en Hongrie en 1913 (*Journal télégraphique*, t. XL, 25 janvier 1916, p. 11-13).

Les télégraphes et les téléphones dans les Pays-Bas en 1913 (*Journal télégraphique*, vol. XL, 25 février 1916, p. 29-31).

Les méthodes employées pour la transmission de la parole par ondes hertziennes; Philip-R. Coursey (*Electrician*, vol. LXXVIII, 7 avril 1916, p. 7-8, 2500 mots. *Elect World*, vol. LXVII, 6 mai, p. 1059. *Lum. élect.*, vol. XXXIII, 13 mai 1916, p. 163-165, 2121 mots).

Dispositif de radiotélégraphie sous-marine de la Signal Gesellschaft (*British Patent*, 398, 1915. *Elect. Engineering*, t. XII, 3 février 1916, p. 45. *Sc. Abst.* B, t. XIX, 25 avril 1916, p. 153, n° 319).

Les constantes électriques des antennes composées; A.-F. Puchstein (*Electrical World*, vol. LXVII, 15 janvier 1916, p. 147, 1300 mots. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 200, n° 417).

Résistance d'une antenne; J.-M. Miller (*Bull. Bur. of Standard*, n° 13, 1916, p. 129-136. *Sc. Abst* B, vol. XIX, mai 1916, p. 200, n° 148).

Aérien pour ondes dirigées unilatérales (*British Patent*, 24098 1913. *Engineering*, t. CXXI, p. 165, 18 février 1916. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 120, n° 244).

Transmetteurs radiotélégraphiques multiphasés; W.-C. Woodland (*Inst. Radio. Eng. Proc.*, t. IV, février 1916, p. 11-16. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 153, n° 318).

Quelques récents perfectionnements du détecteur d'ondes « Audion »; Edwin-H. Armstrong (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 798-801, 5511 mots, 9 fig.).

Les lois de la variation de la résistance avec la tension du contact rectifiant de deux solides et leur application aux détecteurs d'ondes électriques; O. Owen (*Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 150, 1837 mots. *Engineering*, t. CI, 19 mars p. 485. *Elect. World*. vol. LXVII, 3 juin 1916, p. 1316). Communication faite à la Physical Society, de Londres.

Un relais sensible pour radiotélégraphie; E. Leimer (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 avril 1916, p. 458, 750 mots, 1 fig.). Analyse d'une étude primitivement parue dans *E. T. Z.*

La station radiotélégraphique de Darien de la Marine des Etats-Unis; R.-S. Crenshaw (*Inst. Radio. Eng. Proc.*, t. IV, février 1916, p. 35-40. *Sc. Abst. B*, vol. XIX, 25 avril 1914, p. 152, n° 137).

Statistique rodiotélégraphique comparative de 1914 (*Journal telégraphique*, vol. XL, 25 février 1916, p. 32-43).

APPLICATIONS THERMIQUES.

Le chauffage électrique, son état actuel et son futur développement; George Wilkinson. Communication à l'Institution of Electrical Engineers, du 14 décembre 1915 (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 15 janvier 1916, p. 209-229, 10 790 mots, 14 fig. Discussion, juin 1916, p. 155-658, 3200 mots; reproduite dans *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 janvier 1916, p. 126, 2100 mots et *Sc. Abst.* B. vol. XIX, 28 février 1916, p. 68, n° 149).

Le chauffage de la haute école de Burley, Idaho (Etats-Unis) (*Electrical World*, vol. LXVII, 22 janvier 1916, p. 204-205, 1238 mots, 5 fig.).

Application du chauffage électrique aux machines à confectionner les chaussures (*Electrical World*, vol. LXVII, 29 janvier 1916, p. 278-280, 1857 mots, 2 fig., 2 tab.; *Industrie électrique*, vol. XXV, p. 258-259, 10 juillet 1916, 709 mots).

Les pertes dans les chauffeurs d'eau électriques; A. Rittershausen (*Electrician*, vol. LXXVI, 28 janvier 1916, p. 591-593, 1837 mots, 1 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 443. Reproduction et résumé d'après *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1915).

Le fonctionnement économique des fours électriques (de cuisine); Gumaer (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 35-38, 1082 mots). Discussion d'une communication publiée dans *P. A. I. E. E.*, mai 1915.

La cuisine électrique aux Indes; Charles-S. Jeffrey (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 5 mai 1916, p. 502-504, 2200 mots).

Les possibilités de la cuisine électrique en Amérique (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 janvier 1916, p. 58-59, 2000 mots).

Méthodes et appareils pour l'obtention des hautes températures dans les laboratoires; Harker (*Engineering*, vol. CI, 17 mars 1916, p. 260-262, 2211 mots, 3 fig.).

Méthodes et appareils pour obtenir de hautes températures dans les laboratoires; Sir Robert Hadfield et Dr J.-A. Harker (*Electrician*, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 14, 1837 mots; *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 avril 1916, p. 436). Reproduction d'une communication faite à la Faraday Society en mars 1916.

Four-bombe (four sous pression) chauffé électriquement; D.-F. Calhane et H.-A. Lavene (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XVI, 1er février 1916, p. 140-144, 3780 mots, 4 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 387; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, avril 1916, p. 178, n° 487).

La soudure électrique; Julius Sauer (*Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 75-76, 1900 mots, d'après *E. T. Z.*, nos 43 et 44, 1915).

Application de la soudure électrique à la réparation des grilles de résistance des locomotives du Pennsylvania Railroad; T.-B. Ray (*Electric Railway Journal*, t. XLVII, 12 février 1916, p. 322-324; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 138, n° 285).

Notes sur la pratique de la soudure électrique (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, p. 91-93, 21 janvier 1916, 770 mots, 6 fig.; 4 février 1916, p. 132-133, 2800 mots, 12 fig.; 11 février 1916, p. 183, 2100 mots, 8 fig.; 18 février 1916, p. 211-212, 2730 mots, 9 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 19 février 1916, p. 443; 11 mars 1916, p. 612; 25 mars 1916, p. 722).

Notes sur l'inflammation des mélanges explosifs par l'étincelle électrique; J.-D. Morgan (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 15 janvier 1916, p. 196-208, 10790 mots, 11 fig. *Electrician*, vol. XXVI, 14 janvier 1916, p. 536-538, 2755 mots, 4 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 29 janvier 1916, p. 274, 1238 mots, 1 fig. *Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 442. *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 95, n° 203. Communication à l'Institution of Electrical Engineers, section de Birmingham, 15 décembre 1915.

Expériences avec des filaments chauffés électriquement dans un liquide volatil; S.-W.-J. Smith (*Electrician*, t. LXXVII, 12 mai 1916, p. 177-178, 1000 mots, 1 fig.; *Lumière électrique*, vol. XXXIII, 24 juin 1916, p. 301-302, 450 mots, 1 fig. *Electrical World*, vol. LXVII, 17 juin 1916, p. 1429). Communication à la Physical Society.

ÉCLAIRAGE.

Eclairage électrique; A.-H. Avery (Cassell et Cie, Londres. Prix : 1 sh net.).

La lumière et l'éclairage; C.-P. Steinmetz (*Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 40-42, 2800 mots; p. 62-53, 1377 mots. *Sc. Abst*; B, vol. XIX, mai 1916, p. 192, n° 400; *Lumière électrique*, vol. XXXIII, 20 mai 1916, p. 188-191, 1500 mots). Communication à l'American Institute of Electrical Engineers à la réunion de Chicago.

Lumière et éclairage; Edward-P. Hyde (*General Electric Review*, vol. XIX, février 1916, p. 107-109, 1604 mots).

Quelques principes de l'éclairage électrique; J.-S. Dow (*Illuminating Engineering*, février 1916, p. 42-68, 11 664 mots, 17 fig., 4 tab; *Electrician*, vol. LXXVI, 21 janvier 1916, p. 574-576, 1050 mots, 2 tab). Communication et discussion à l'Illuminating Engineering Society, Royal Society of Arts, 11 janvier 1916.

Le travail d'Edison dans le domaine de l'éclairage et l'état actuel de l'art de l'éclairage; John-W. Lieb (*G. E. R.*, vol XIX, ma-

1916, p. 332-342, 8000 mots; résumé dans *Génie civil*, t. LXVIII, 17 juin 1916, p. 404).

L'éclairage naturel et l'intensité et la durée du crépuscule; Herbet-H. KIMBALL (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 399-415, 3870 mots, 3 fig, 6 tabl.).

La production de la lumière par recombinaison des ions; C-D. CHILD (*Philosophical Magasine*, vol. XXXI, février 1916, p 139-143, 1692 mots, 1 fig ; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII 4 mars 1916 p. 554; *Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p 863; *Sc. Abst.* A, vol XIX, mars 1916, p 111, n° 327).

La production de la lumière par les animaux; Ulric DAHLGREN (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, janvier 1916, p. 109-125, 5208 mots, 8 fig : février, p. 243-261, 5824 mots, 8 fig : mars, p 377-400, 6864 mots, 13 fig ; avril, p. 525-556, 9152 mots, 20 fig ; mai, p. 659-696, 12 064 mots, 21 fig ; juin, p. 805-845, 12 896 mots, 18 fig.).

Le pouvoir réflecteur pour la lumière des peintures blanches et colorées; Henry-A. GARDNER (*Journal of Franklin Institute*, vol CLXXXI, janvier 1916, p. 99-108, 2912 mots, 5 fig, 1 planche); résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 19 mars 1916, p. 117, n° 239).

L'emploi des lampes à luminescence pour l'échantillonnage des couleurs; Mc Farlan MOORE (*T. I. E. S.*, vol. XI, 20 mars 1916, p. 192-219, 8900 mots, 21 fig., 3 tab.).

La vision et l'éclairement des objets environnants; Percy-W. COBB (*T. I. E. S*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 372-399, 8901 mots, 8 fig.).

La sensibilité rétinienne dans ses rapports avec l'art de l'éclairage; P-G. NUTING (*T. I. E. S*, vol. XI, 10 février 1916, p. 1-22, 7052 mots, 10 fig., et p. 131-136, 2322 mots).

Une équation de la courbe de luminosité et son usage; E-F. KINGSBURY *Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 161-169, 2706 mots, 3 fig, 1 tab).

Un « œil moyen » pour photométrie hétérochromatique et comparaison entre le photométrie à scintillement et le photomètre à égalité d'éclairement; E-C. CRITTENDEM and F.-K. RICHTMYER (*T. I. E. S*, vol. XI. 1er mai 1916, p 331-365, 12 834 mots, 7 fig.; *Lumière électrique*, vol XXXIII, 29 avril 1916, p 112-114, 1414 mots, 2 fig).

La radiation sélective des filaments d'osmium; Ernest.-F. BARKER (*Physical Review*, vol. VII, avril 1916, p 451-471, 5412 mots, 6 fig, 9 tab ; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, p. 1252, 27 mai 1916).

L'échelle vraie de température du tungstène et son pouvoir émissif aux températures d'incandescence; A.-G. WORTHING (*Journal of Franklin Institute*, vol CLXXXI, mars 1916, p. 417. 450 mots et juin 1916, p. 857, 200 mots: résumé dans *Physical Review*, vol VII, avril 1916, p 497, 451 mots). Comptes rendus des recherches du Laboratoire Neal

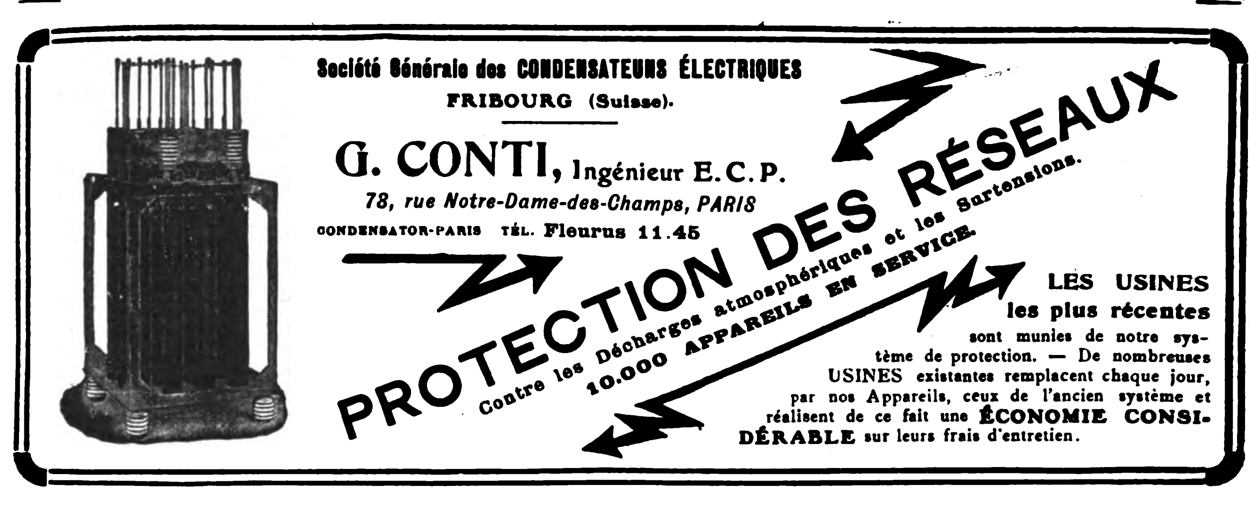
Echelles de « températures colorées » pour le tungstène et le carbone; E-P. HYDE, F-E. CADY et W-E. FORSYTHE (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 418-419, 430 mots, tab). Comptes rendus des recherches du Laboratoire Nela.

Les caractéristiques de l'arc au tungstène; G-W. MACKAY and C-V. FERGUSON (*Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 889-890, 1200 mots, 3 fig). D'aprés Franklin Institute. Résultats de recherches du Laboratoire de la General Electric Company.

Lampes à arc pour éclairage de rues; C-A-B. HALVORSON, S-C. ROGERS et HUSSEY (*T. I. E. S*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 251-269, 4257 mots, 17 fig., 3. tab.).

Les récents perfectionnements des lampes à incandescence considérés au point de vue de l'art de l'éclairage; J.-C. MORRIS (*The Illuminating Engineer.*, vol. IX, janvier 1916, p. 6-26, 9477 mots, 16 fig, 3 tab); *Génie civil*, t. LXIX, p. 141, 26 août 1916, 561 mots, 1 tab); *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 116, n° 237). Communication à l'Engineering Illuminating Society, 14 décembre 1914,

Nouveaux types de lampes à incandescence et leur application



Société Générale des CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES
FRIBOURG (Suisse).
G. CONTI, Ingénieur E.C.P.
78, rue Notre-Dame-des-Champs, PARIS
CONDENSATOR-PARIS TÉL. Fleurus 11.45
PROTECTION DES RÉSEAUX
Contre les Décharges atmosphériques et les Surtensions.
10.000 APPAREILS EN SERVICE.
LES USINES les plus récentes sont munies de notre système de protection. — De nombreuses USINES existantes remplacent chaque jour, par nos Appareils, ceux de l'ancien système et réalisent de ce fait une ÉCONOMIE CONSIDÉRABLE sur leurs frais d'entretien.


Digitized by Google

au problème de l'éclairage des rues; W.-H. Robinson (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 269-282, 3870 mots, 32 fig.).

La fabrication du fil de tungstène (*E. T. Z.*, n° 37, 1915; reproduit dans *Electrician*, vol. LXXVI, p. 633, 1900 mots).

Conditions de l'industrie des petites lampes électriques en Italie; C. Clerici (*Elettrotecnica*, vol. III, 5 avril 1916, p. 193-199, 6144 mots). Communication à l'Associazione Elettrotecnica Italiana, à Milan, 18 février 1916.

Le « rating » des lampes à incandescence; F.-W. Willcox (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 814, 918 mots; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 890).

La lampe d'un demi-watt; P. Bruder (*Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, n° 4, 1914, p. 625-640; résumé dans *Sc. Abst.* B, t. XVIII, 1915, p. 70, n° 138).

Essais de durée des lampes à incandescence au Bureau of Standards; G.-W. Middlekauff, B. Mullignan et F.-J. Skogland (*Scientific paper of Bureau of Standards*, n° 265; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 697-699, 650 mots).

Progrès réalisés dans le rendement des lampes à filament métallique (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 814, 460 mots, 1 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 8 avril 1916, p. 834).

Résultats de mesures photométriques faites sur les lampes à atmosphère d'azote (*Electrical World*, vol. LXVII, 15 janvier 1916, p. 162, 1200 mots, 2 fig.).

La lampe électrique portative de Hirsch; Hiram-H. Hirsch (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 876, 900 mots; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 29 avril 1916, p. 1003).

Les substances diffusantes et les écrans pour projections (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 92-100, 1650 mots, 3 fig., 1 tab.).

Les milieux diffusants; verrerie diffusante (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 367-371, 1161 mots, 2 fig.).

Quelques considérations sur la confection des objets en verre relatifs à l'éclairage naturel et artificiel; S.-B. Langlands (*T. I. E. S.*, vol. IX, avril 1916, p. 118-134, 12 093 mots).

La lanterne de projections; John-B. Taylor (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 414-435, 760 mots, 12 fig.).

Projecteurs d'automobiles (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 29-36, 2709 mots).

Une application pratique des principes scientifiques de l'éclairage des rues; F.-A. Vaughn (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 282-331, 17 028 mots, 21 fig.).

Vers la disparition des arcs dans l'illumination publique. Les résultats de l'adoption des lampes à demi-watt dans l'illumination publique de Milan, Modena, Vercelli, Cremona, Como, et Turin (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 mars 1916, p. 183, 1187 mots).

Vers la disparition des arcs dans l'éclairage publique. Les résultats de l'adoption des lampes à demi-watt dans l'illumination publique de Rome, Brescia, Parme et Naples (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 février 1916, p. 114-116, 2234 mots, 3 fig.).

L'éclairage électrique des petites villes; H.-N. Munro (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 9 juin 1916, p. 644 1900 mots. *Electrician*, vol. LXXVII, 16 juin 1916, p. 353-355, 4600 mots; p. 358, 1000 mots; *Lumière électrique*, t. XXXIV, p. 87-89, 22 juillet, 1916, 1450 mots). Communication au Junior Institution of Engineers.

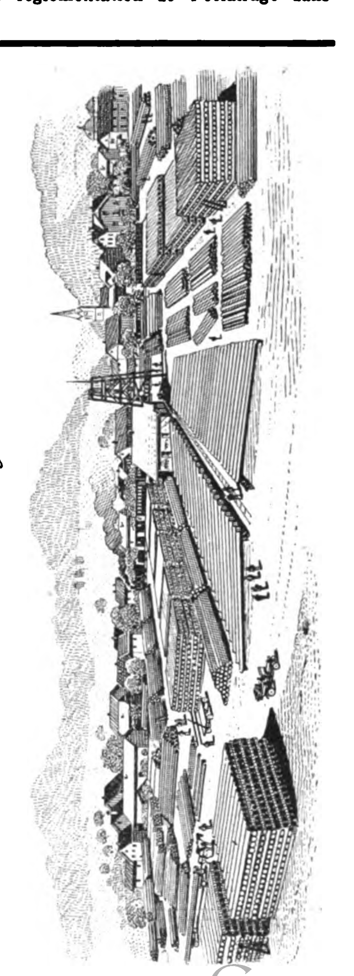
Le nouveau système d'éclairage public de Milwaukee (*Electrical Review and Western Electrician*, vol. LXVIII, 1er avril 1916, p. 579-582; 6 fig., 8 avril, p. 626-631, 9 fig.).

Les bases des contrats concernant l'éclairage public; C.-W. Van Derzee (*Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 758-761, 3690 mots).

L'éclairage des intérieurs (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916 d. 36-40, 1355 mots).

L'éclairage des navires; H.-A. Hornor (*T. I. E. S.*, vol. XI, 20 mars 1916, p. 235-249, 4918 mots, 7 fig.).

Suggestions concernant la réglementation de l'éclairage dans



les ateliers, fabriques et autres lieux de travail aux Etats-Unis (*The Illuminating Engineer.*, vol. VIII, p. 455; vol. IX, avril 1916, p. 136-140).

Moderne aspect de l'éclairage des ateliers et la nouvelle réglementation; C.-E. Clewell (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 372-399, 8901 mots, 8 fig.).

La législation de l'éclairage; L.-B. Marks (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 40-67, 10 449 mots)

ÉLECTROCHIMIE.

Les industries électrochimiques et leur intérêt dans le développement de la puissance hydraulique; Lawrence Addicks (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 533-541, 3328 mots; juillet 1916, p. 1131-1144, 5824 mots). Communication à l'American Institute of Electrical Engineers, réunion de Washington du 26 avril 1916.

Les conditions du fonctionnement des fours à arcs électrique et leur répercussion sur les réseaux d'alimentation; Harry Hollis (*Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 766-768, 2400 mots, 5 fig); *Industrie électrique*, vol. XXV, 25 mai 1916, p. 185-187, 1892 mots; *Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai, p. 243, 1900 mots).

Caractéristiques de fonctionnement des fours électriques de petite puissance; J.-C. Mathieu (*Eletrical World*, vol. LXVII, 29 janvier 1916, p. 262; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, v. 130, n° 270).

Appareil à fonctionnement continu pour le recouvrement électrolytique des substances magnétiques; Newton-W. Buch (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 222-223). Brevets américains n° 1 168 280 et 1 168 281, 18 janvier 1916.

Électrodéposition sur verre, porcelaine, etc) *Electrical Engineering*, t. XII, 16 mars 1916, p. 99; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916 p. 172, n° 347). British patent, n° 2698 de 1915.

Électrolyseur pour le traitement des minerais; Lewis-E. Porter (*Metallurgical and chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 221). Brevet américain, n° 1 167 594, 11 janvier 1916

Installation pour la production électrolytique de l'oxygène ou l'hydrogène dans les ateliers de la Fore River Shipbuilding Corporation de Quincy (Mass.) (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 475, 750 mots, 1 fig; *Industrie électrique*, t. XXV, 10 mai 1916, p. 177; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 167, n° 337).

La fixation de l'azote de l'air considérée au point de vue de la défense nationale (*Electrical World*, vol. LXVII, 6 février 1916, p. 329, 1238 mots).

La production de l'ammoniaque de la cyanamide; W.-S. Landis (*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. VIII, février 1916; *Franklin Instit.*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 427).

La production de l'ammoniaque de la cyanamide; W.-S. Landis, (*Métallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 janvier 1916, p. 87-90, 3780 mots, 3 fig.). Commmunication à l'American Institute of Chemical Engineering nu 12 janvier 1916.

Cathode non métallique pour l'électrolyse du chlorure de sodium; Frank Mc Donald (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 222, 1 fig.). Brevet américain, n° 1 167 705, 11 janvier 1916.

Extraction de l'aluminium de l'argile et autres silicates d'aluminium; Grenville Mellen (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 221). Brevet américain n° 1 160 431, 16 novembre 1915.

Fusion de l'aluminium; Grenville Mellen (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, p. 221, 16 février 1916). Brevet américain, n° 1 160 430, 14 novembre 1915.

Aluminium en poudre; C.-H. Clevenger (*Mining and scientific Press*, vol. CXII, 22 janvier 1916; *Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, avril 1916. p. 599).

Fusion électrique des minerais de ter en Suède; A. Stansfield (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 62; résumé du *Bulletin* n° 344 *du Département des Mines du Canada*).

Les fours électriques pour l'affinage de l'acier (*Electrical World*, vol. LXVII, 5 février 1916, p. 333, 1700 mots, 2 fig; *Industrie électrique*, t. XXV, 10 juillet 1916, p. 243-473 mots).

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 263 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
180. Un monteur pour la force motrice.
185. Un tourneur ajusteur.
188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189. Électricien connaissant la réparation des moteurs.
190. Un monteur.
191. Un monteur.
192. Un métreur (conviendrait à ouvrier réformé pouvant faire travaux écritures).
193. Un bon monteur électricien pour voitures de chemins de fer, sans obligation militaire, situation d'avenir.
194. Un électricien ayant travaillé dans le bobinage.
195. Dessinateurs.
196. Monteurs.
197. Monteur
198. Monteur pour petites installations.
199. Un électricien connaissant le montage des dynamos, l'éclairage de trains.
201. Un monteur pour la force.

DEMANDES D'EMPLOIS.

263. Ingénieur de l'Institut Electrotechnique à Nancy et d'A. et M. à Alexandrovsk (Russie), demande emploi dans exploitation.

310. Ingénieur E.P.E.I. demande emploi de chef de service ou ingénieur dans exploitation électrique (Midi de préférence).

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser, 27, rue Tronchet.*)

OFFRES D'EMPLOIS.

On demande un jeune homme au courant de l'étalonnage, de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

On demande des chefs monteurs électriciens et des monteurs électriciens.

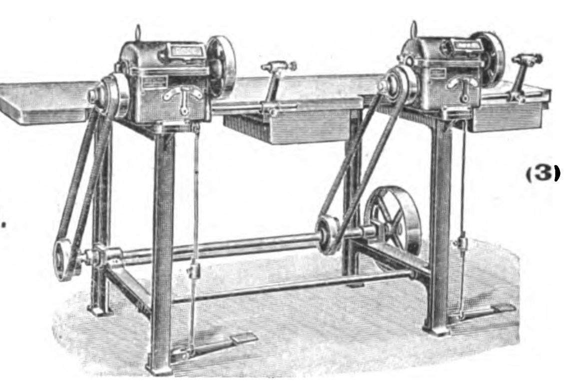
On demande : Ingénieur connaissant bien l'essai des machines électriques, bons bobiniers, bons ajusteurs, électricien plombier.

DEMANDES D'EMPLOI.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.



(3)

L'exemption des droits de douane en Russie pour le matériel d'extraction de l'or. — Dans le but d'augmenter l'extraction de l'or sur le territoire russe, un décret du Ministre des Finances et du Ministre du Commerce et de l'Industrie, en date du 15-28 juin dernier, a suspendu la perception des droits de douane sur tout le matériel destiné à cette extraction. Dans ce matériel sont compris tous les appareils et instruments électriques devant être utilisés dans l'exploitation des mines et le traitement des minerais : génératrices, moteurs, câbles, transformateurs, appareils de mesure, locomotives électriques, cabestans et treuils électriques, etc. Est également exonéré le matériel thermique nécessaire à l'installation des usines génératrices, moteurs à vapeur et à gaz, chaudières, etc.

Grandes stations radiotélégraphiques américaines. — D'après le *Scientific American*, l'Administration navale des Etats-Unis se propose d'ériger trois grandes stations radiotélégraphiques, savoir une à San Diego, Californie, une à Cavite, îles Philippines, et la troisième à Pearl Harbor, Hawaï. Les deux dernières auront une portée de 9000 km environ (distance de San Francisco à Paris). Un contrat serait déjà conclu avec une compagnie américaine pour l'érection des trois stations en question, qui permettront aux Etats-Unis de correspondre radiotélégraphiquement avec le Japon à travers leurs colonies.

Femmes ingénieurs. — D'après *Birjevya Viedomosti*, de Petrograd, le Ministre de l'Instruction publique de Russie vient d'informer l'Institut polytechnique féminin de Petrograd, qu'il ne voyait aucun obstacle à conférer le titre d'*ingénieur* aux femmes ayant suivi les cours de l'Institut depuis 1912 et munies du diplôme.

Le même journal annonce que le Ministre a l'intention d'autoriser l'admission des femmes aux cours de l'Institut électrotechnique et d'employer au Ministère de l'Instruction publique celles d'entre elles qui obtiendront leur diplôme d'ingénieur électricien.

Ces deux faits sont à rapprocher du refus formel opposé par le Conseil d'administration de notre Ecole supérieure d'Electricité à des demandes féminines d'admission à cette école.

Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois au Canada. — L'Office signale dans ses « Dossiers commerciaux » sous les réserves d'usage et à titre documentaire, les grandes lignes de fonctionnement d'un nouvel organisme commercial au Canada, dans le but de concurrencer les produits allemands et austro-hongrois et qui prend le nom de Syndicat franco-canadien d'importation et d'exportation.

Ce Syndicat n'a pas à rémunérer de capitaux qui lui sont fournis à titre d'avance, remboursables, par des fabricants et des patriotes canadiens. Il ne vise à aucun profit.

Toutes les marchandises françaises qui lui sont confiées pour être vendues au Canada le seront sous la garde et la surveillance des Commissaires français.

Plusieurs grandes banques canadiennes ont promis le plus large concours pour faciliter l'importation des produits français au Canada, en prenant pour elles les délais demandés par le Commerce canadien et si abondamment consentis par les Allemands avant la guerre.

Des arrangements analogues vont être étudiés par les banques françaises.

Enfin, le but des promoteurs du Syndicat vise à ce que les fabricants, producteurs français et canadiens aient à leur disposition un organisme répondant aux desiderata suivants :

1° Suppression pour le producteur de tout souci relatif à la recherche d'un représentant au Canada;

2° Suppression de tous risques commerciaux;

3° Développement considérable des affaires françaises au Canada;

4° Services d'importations préalables;

5° Diminution sensible des frais de transport et d'assurance;

6° Publication d'un bulletin spécial.

LITTÉRATURE DES PÉRIODIQUES (1)

ÉLECTROCHIMIE.

L'obtention du zinc par électrolyse à Bully-Hill; C.-A. Hansen (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er février 1916, p. 120-122, 1200 mots, 4 fig., 2 tab. et 15 février, p. 176, lettre de Dorsey-A. Lyon sur cet article).

Hydrométallurgie du zinc avec dépôt du métal par électrolyse; Fred. Laist et Fred. Frick (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 220). Brevet américain, n° 1 167 700, 11 janvier 1916.

Usine pour la production du zinc électrolytique à Great Falls (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 13 février 1916, p. 177).

L'électro-déposition rapide du nickel; O.-P. Watts (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 731, 451 mots). Résumé d'une communication à l'American Electrochimical Society des 27 et 29 avril 1916.

Sur la métallurgie électrolytique du plomb; Henri E. Ellis (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er février 1916, p. 122, 600 mots; lettres, 15 février 1916, p. 176).

Le cuivre électrolytique, sa production et ses propriétés; B. Welbourn (*Lumière électrique*, t. XXXIII, 22 avril 1916, p. 89-92, 2500 mots, 2 fig.). Compte rendu de l'Engineering Standards Committee.

Récents progrès dans la métallurgie du cuivre ; Henrich-O. Hofmann (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, janvier 1916, p. 83-97, 6032 mots).

Règles à suivre pour l'obtention de bons dépots électrolytiques de cuivre dans la confection des galvanos typographiques (*Journal of Franklin Inst.*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 699). Résumé de Circular Bureau of Standards, n° 52.

Le traitement hydrométallurgique des minerais complexes d'or et d'argent (G.-H. Clevenger (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 203-210, 8820 mots, 8 tab.).

MESURES ET ESSAIS.

Mesures électriques et magnétiques. — **Propositions relatives aux types de chiffres adoptés pour la graduation des instruments de mesure**: A.-P. Trotter (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er février 1916, p. 273-275, 1600 mots, 5 fig.).

Un mode d'étude des oscillations amorties à l'aide de vecteurs décroissants; David Robertson (*Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 106-108, 3674 mots, 7 fig.; *Electrical World*,

(1) Par suite de la réduction du nombre des pages que les circonstances actuelles nous ont imposée, nous n'avons pu signaler, tant dans le texte principal que dans la Littérature des Périodiques, un grand nombre de travaux étrangers concernant l'électricité. Sur l'avis de plusieurs de nos lecteurs, nous réparons aujourd'hui en partie ces omissions en publiant ici les titres de ceux de ces travaux qui ont paru dans la presse technique des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et de l'Italie. Afin que le lecteur puisse se rendre compte dans une certaine mesure de l'importance de l'article ou mémoire, nous avons le plus souvent indiqué le nombre des mots, des figures et des tableaux qu'il renferme. (pour la comparaison, notons qu'une page de texte principal de *La Revue électrique* renferme environ 1.110 mots de cinq lettres en moyenne). En outre, afin de lui faciliter les recherches nous avons indiqué les diverses publications où le même article a été reproduit, analysé ou résumé. Ajoutons que les fiches qui nous ont servi avaient été établies à titre de renseignements pour les besoins de la Rédaction et non en vue de leur publication, ce qui explique et excuse le défaut d'unité de leur rédaction.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — ***J. I. E. E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers***, Londres. — ***P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers***, New-York. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — ***T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society***, New-York.

ANCIENNE MAISON MICHEL & C[ie]

COMPAGNIE POUR LA

Fabrication des Compteurs

ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Société Anonyme : Capital 9 000 000 de Francs.

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

MODÈLE B	pour Courants continu et alternatif.
H G A MERCURE	pour Courant continu.
O' K	pour Courant continu.
A. C. T.	pour Courants alternatif, diphasé et triphasé.

Compteurs suspendus pour Tramways.
Compteurs sur marbre pour tableaux. — Compteurs astatiques.
Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maxima, à dépassement.
Compteurs pour charge et décharge des Batteries d'Accumulateurs.
Compteurs à tarifs multiples (Système Mähl). — Compteurs à paiement préalable (Système Berland).

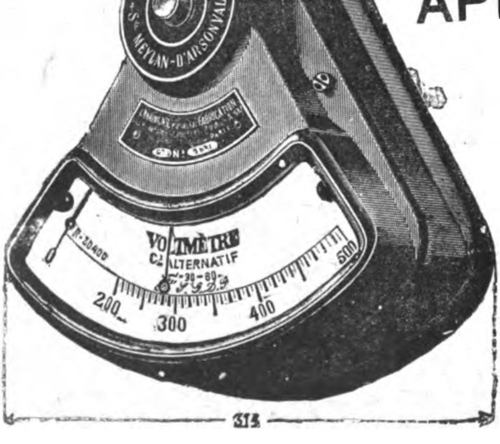
A. C. T. III.

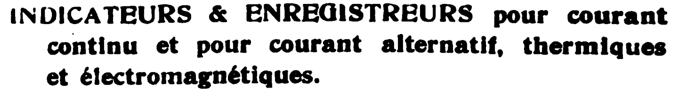
Adresse télégraphique
COMPTO-PARIS

Téléphone
SAXE :
71-20, 71-21, 71-22


APPAREILS DE MESURES

Système MEYLAN-d'ARSONVAL




INDICATEURS & ENREGISTREURS pour courant continu et pour courant alternatif, thermiques et électromagnétiques.

Appareils à aimant pour courant continu.

Appareils indicateurs à Cadran lumineux.

Fluxmètre Grassot, Ondographe Hospitalier. Boîte de Contrôle.

Voltmètres - Ampèremètres - Wattmètres

La Maison reste ouverte pendant la durée des hostilités et est en mesure de fournir tout le matériel qui lui sera commandé.



vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 254). Résumé d'une communication à l'Institution of Electrical Engineers.

Un synthétiseur harmonique à 32 éléments; Dayton-C. Miller (*Journal of Franklin Institute*, vol, CLXXXI, janvier 1916, p. 51-82, 7488 mots, 27 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 89, nº 267).

Étalons primaires de résistance en mercure; F.-A. Wolff, M.-P. Shoemaker et C.-A. Briggs (*Scientific papers*, nº 256, et *Bulletin of Bureau of Standards*, t. XII, p. 375-464, 1915; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 217, nº 370).

Les « inclusions » des dépôts du voltamètre à argent; G.-W. Vinal et W.-M. Bovard (*Scientific papers of Bureau of Standards*, nº 271; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 561-563, 840 mots; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, avril 1916, p. 183, nº 503).

La capacité électrique des électroscopes à feuilles d'or; T. Barratt (*Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 150; 23 juin 1916, p. 407, 900 mots, 1 tab.; *Electrical World*, vol. LXVII, 3 juin 1916, p. 1816). Résumé d'une communication à la Physical Society du 24 avril 1916.

Une source d'erreur dans l'emploi de l'excitateur à sphères pour la mesure des hauts potentiels; R.-H. Marvin (*Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 649-651, 1300 mots, 4 tab; résumé dans *Génie civil*, t. LXVIII, 17 juin 1916, p. 403; *Sc. Abst.*, vol. XIX, juin 1916, p. 217, nº 445).

Notes sur la mesure des hautes tensions; William-R. Work (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 203-211, 2496 mots, 15 fig., 3 tab.; discussion, juillet p. 1063-1082, 7600 mots, 7 fig.; reproduite dans *Electrician*, vol. LXXVI, 17 mars 1916, p. 835-837, 1837 mots, 6 fig., 2 tab.; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 134, nº 278)

Les caractères généraux des galvanomètres critiquement amortis; Frank Wenner (*Scientific papers of Bureau of Standards*, nº 273; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 565-567, 800 mots; *Sc. Abst.* B, vol XIX, mai 1916, p. 174, nº 352; *Electrical World*, p. 189, vol. LXVIII, 22 juillet 1916, 1300 mots).

Mesure des courants électriques par l'échauffement qu'ils produisent; S. Leroy-Brown (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 398; *Electrical World*, vol LXVII, 1er avril 1916, p. 779). Communication à l'American Physical Society de l'University of Texas en décembre 1915.

Mesure de très hautes résistances d'isolement; Fischer-Hinnen (*E. T. Z.*, t. XXXVII, 24 février 1916, p. 105; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 175, nº 354; *Electrician*, vol LXXVII, 14 juillet 1916, p. 506-507, 900 mots).

Méthode de mesure de la résistivité de la terre; Frank Wenner (*Bulletin Bureau of Standards*, vol. XII, février 1916, p. 469-479; *Scientific Papers of Bureau of Standards*, nº 258).

Le wattmètre électrodynamique double; C.-V. Drysdale (*Electrician*, vol. LXXVI, 14 janvier 1916, p. 523-525, 3314 mots 6 fig.; 21 janvier 1916, p. 558-560, 2745 mots, 7 fig.; 28 janvier 1916, p. 593-596, 2000 mots, 10 fig; 18 février 1916, p. 714, lettre de Denton, 918 mots, 1 fig; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 97, nº 206; *Electrical World*, vol. LXVII, p. 779, 1er avril 1916)

Méthode pour reconnaître si les connexions d'un wattmètre polyphasé sont correctes; W.-B. Kouwenhoven (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 159-183, 7904 mots, 9 tab., 12 fig.; mai 1916, p. 721-725, 1664 mots, 2 fig; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 131, nº 273).

Le wattheuremètre d'induction; Hollister (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 49-57, 2496 mots, 5 fig. Discussion du 2 juillet 1915 d'une communication parue dans *P. A. I. E. E.* de juin 1915).

L'étalonnage des compteurs au moyen de courant fourni par des batteries transportables (*Electrical World*, t. LXVII, 12 février 1916, p. 373-374; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 732, nº 274).

Nouveau fréquencemètre; W. Peukert (*E. T. Z.*, t. XXXVII, 27 janvier 1916, p. 45-47; résumé dans *Sc. Abs.* B, vol. XIX, mai

1916, p. 172, n° 348; *Electrician*, vol. LXXVII, 16 juin 1916, p. 350-352, 918 mots, 4 fig., 2 tab.).

Oscillographe pour hautes tensions (*Electrician*, vol. LXXVI, 11 février 1916, p. 672, 918 mots, 2 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 780; *Industrie électrique*, t. XXV, 10 juillet 1916, p. 256-258, 1200 mots, 5 fig.).

L'amplitude et la phase des hauts harmoniques dans les oscillogrammes; G.-W.-O. Howe (*Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 149, 920 mots, 2 tab.). Communication à l'Institution of Electrical Engineers.

Abaque pour la détermination rapide du facteur de puissance dans les circuits triphasés; E. Lecoultre (*Elettrotecnica*, vol. III, janvier 1916, p. 70, 400 mots, 2 fig.).

Un abaque pour le calcul des longueurs d'onde; W. Eccles (*Lumière électrique*, vol. XXXII, 25 mars 1916, p. 306-308, 1414 mots, 1 figure d'après *Electrician* du 17 décembre 1915).

Méthode de résonance pour mesurer la différence de phase produite par les condensateurs; H.-L. Dodge (*Physical Review*, vol. VII, mai 1916, p. 584, 475 mots; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 17 juin 1916, p. 1429; *Lumière électrique*, t. XXXIV, p. 138, 5 août 1916, 707 mots). Communication à l'American Physical Society du 26 février 1916.

Téléphonométrie; B.-S. Cohen (*Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai 1916, p. 244, 2037 mots, 3 fig: 2 juin, p. 277, 2400 mots, 8 fig. 2 tab.; *Electrical World*, vol. LXVII, 24 juin 1916, p. 1483, 500 mots; vol. LXVIII, 8 juillet, p. 90-91, 1100 mots, 2 fig ; *Lumière électrique*, t. XXXIV, 29 juillet 1916, p. 114-120, 2850 mots, 6 fig., 2 tab.). Communication à l'Institute of Post Office Electrical Engineers.

Méthode d'essai des transformateurs de mesure de tension; Illiovici (*Lumière électrique*, t. XXXIII, 17 juin 1916, p. 276, 800 mots). Reproduction d'une communication à la Société Internationale des Electriciens du 6 avril 1916.

Le déphasage des transformateurs de courant. Étalonnage des transformateurs de courant au moyen de l'inductance mutuelle, (Discussion 2 juillet 1915); Dawes et Fortescue (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 38-49, 4400 mots, 1 fig. Discussion d'une communication parue dans *P. A. I. E. E.*, mai et juin 1915, et *Revue électrique* du 16 juillet 1915).

Les caractéristiques du fonctionnement des transformateurs de courant pour mesures; Mark-L. Harner (*Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 869-873, 3600 mots, 8 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 224, n° 464).

L'emploi de la bobine voltmètre dans les essais de transformateurs; A.-B. Hendricks (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 138, 416 mots; discussion, juillet 1916, p. 1063-1082, 7600 mots, 7 fig.).

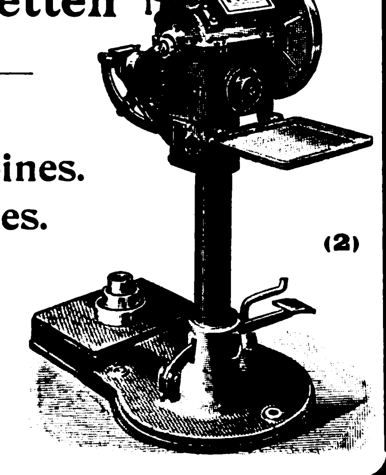
Essais magnétiques (*Circular of Bureau of Standards*, n° 17; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916, p. 264; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, juin 1916, p. 221, n° 456).

L'essai magnétique des barres droites ou courbes; Albert Campbell (*Electrician*, vol. LXXVI, 4 février 1916, p. 642-644, 1079 mots, 5 fig.; 3 mars 1916, p. 781, 1400 mots, 3 fig.). Communication à l'Institution of Electrical Engineers.

Perméamètre pour barres droites; Robert Beattie (*The Electrician*, vol. LXXVI, 3 mars 1916, p. 781, 1400 mots, 3 fig.; lettre sur une communication de Campbell à l'Institution of Electrical Engineers, reproduite dans *Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 778; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 137, n° 283).

L'essai des câbles souterrains au moyen du courant continu; O.-L. Record (*J. I. E. E.*, vol. LIV, juin 1916, p. 608-639, 30 000 mots, 7 fig.; reproduit dans *Electrician*, vol. LXXVI, 11 février 1916, p. 661-663, 3000 mots, 3 fig.; 18 février 1916, p. 698, 2755 mots; 3 mars, p. 779-781, 3756 mots; *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 18 février 1916, p. 195, 2234 mots, 4 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 665, 1238 mots, 3 fig. et 25 mars 1916, p. 723).

Mesures photométriques. — **Photométrie et radiation du corps noir. Compte rendu de la Société allemande d'éclairage** (*E. T. Z*,



13 et 20 janvier 1916; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 721).

Émission du corps noir et température; Paul-D. Foote et C.-O. Fairchild (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 270; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 560; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, p. 256, juin 1916, n° 702).

L'état présent de la détermination de la constante de radiation totale d'un corps noir; W.-W. Coblentz (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 262; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 407-410, 1200 mots).

Le pouvoir lumineux du corps noir et l'équivalent mécanique de la lumière; E.-P. Hyde, F.-E. Cady et W.-E. Forsythe (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 420-421, 430 mots, 1 tab.). Compte rendu de recherches du Laboratoire Nela.

Distribution de l'énergie dans le spectre visible de la flamme d'acétylène; W.-W. Coblentz et W.-B. Emerson (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 279; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 849, 208 mots).

La distribution de l'énergie dans le spectre normal de radiation; Leigh Page (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 229-241, 5412 mots).

Limites du rendement dans la production de la lumière; O Lummer (*Elektrotechnick u. Maschinenbau*, n° 33, 26 décembre 1915, p. 627-629; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 115, n° 236).

Méthode pour étudier les propriétés de l'œil dans diverses conditions d'éclairement; F.-K. Richtmyer et H.-L. Howes (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 100-113, 4257 mots, 4 fig., 1 tab.).

Quelques moyens employés pour évaluer certaines fonctions trigonométriques et exponentielles utilisées en photométrie; Irwin-G. Priest (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 414). Résumé d'une communication du Bureau of Standards.

Établissement de la photométrie sur des bases physiques; H.-E. Ives (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, octobre 1915, p. 409-436; résumé dans *Sc. Abs.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 108, n° 321).

Étude des instruments de mesure de l'énergie radiante en valeur absolue; une pile thermo-électrique absolue; W.-W. Coblentz et W.-B. Emerson (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 261; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 405-407, 1200 mots; *Electrical World*, vol. LXVII, 22 avril 1916, p. 945, 1 fig.; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 255, n° 699).

Comparaison photométrique dans divers laboratoires d'écrans de verre et de lampes au tungstène ayant des couleurs différentes; W.-G. Middlekauff and J.-F. Skogland (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 277; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 851; *Electrical World*, vol. LXVIII, p. 138, 15 juillet 1916); (*T. I. E. S.*, vol. XI, 20 mars 1916, p. 164-187, 6500 mots, 1 fig., 11 tab.).

La sphère photométrique intégrante; sa construction, son emploi; E.-B. Rosa et A.-H. Taylor (*T. I. E. S.*, vol. XI, 1er mai 1916, p. 453-478, 9288 mot., 5 fig., 3 tab.; bibliographie, p. 470).

Le photomètre physique en théorie et en pratique; W.-W. Coblentz (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916, p. 223-241, 2912 mots, 2 tab.).

Le photomètre-boite; L.-O. Grondahl (*T. I. E. S.*, vol. XI, 20 mars 1916, p. 152-164, 2650 mots, 11 fig.). L'article contient une bibliographie de la question.

Emploi en photométrie de cellules photo-électriques à métal alcalin; W. Voege (*Elektrotechnik u. Maschinenbau*, t. XXXIII, 26 décembre 1915, p. 626; *E. T. Z.*, t. XXXVII, 20 janvier 1916, p. 37; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 150, n° 314).

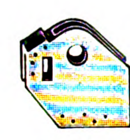
Méthodes simples pour déterminer le flux lumineux et l'intensité lumineuse horizontale; W.-E. Hodge et R.-W. Chadbourne;

Fabriques de Cartons Presspan et de Matières isolantes pour l'Electricité, ci-devant

H. WEIDMANN, S. A.

RAPPERSWIL, Suisse



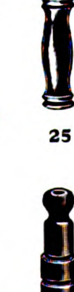
1 2 3 4 5 6

7 8 9 10 11 12

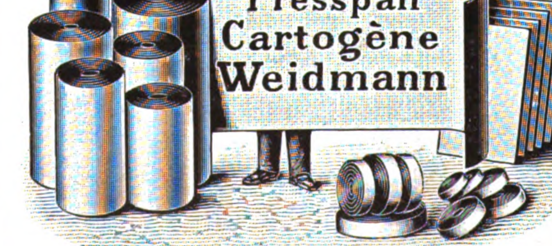


13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24







25 26 27 28 29


29. Cartons Presspan en feuilles, rouleaux et bandes.

1
Borne de câble.

2 et 20
Isolant pour axes de locomotrices.

3 et 13
Distributeurs pour magnétos.

4 et 25
Poignées pour vannes de chauffage.

5
Traverse pour porte-charbon.

6
Bouchon de radiateur en Cornite pour autos.

7
Isolant pour lignes aériennes de chemins de fer électriques.

8
Traverse en Cornite.

9
Ratelier pour controllers en Ciment-Amiante ou en Cornite.

10
Boîte de soufflage pour controllers.

11
Séparateur d'arc.

12
Boîte de soufflage pour tramways.

14
Isolant pour accouplements entre voitures.

15
Rosace pour téléphones.

16
Porte-charbon pour magnétos.

17
Socle pour compteurs d'électricité.

18
Collecteur pour magnétos.

19
Capote protectrice pour interrupteurs.

21
Tube pour transformateurs à air et à huile en papier Cartogène avec ou sans insertion de Mica.

22
Boîte isolante pour instruments.

23
Galet de friction en cuir factice.

24
Boîte de soufflage d'arc.

26
Bobine isolante.

27
Manche pour accouplements.

28
Douille isolante pour boulons.

Exposition Internationale des applications de l'Électricité à Marseille 1908 : Grand Prix.
Paris 1900 : Médaille d'Argent. Berne 1914 : Médaille d'Or. (10)



(*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 22-29, 1748 mots, 5 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 192, n° 399).

Les perfectionnements possibles dans la construction des instruments de mesures photométriques (*Illuminating Engineer*, vol. IX; résumé dans *Engineering*, vol. CI, 25 février 1916, p. 188, 1500 mots; *Electrician*, vol LXXVI, 25 février, p. 746, 2000 mots)

Quelques perfectionnements possibles dans la construction des instruments de mesures de l'éelairement (*Illuminating Engineers* vol. IX, mars 1916, p. 81-104, 12 Coo mots, 21 fig ; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 192, n° 402). Discussion à la Royal Society of Arts, 22 février 1916.

Photométrie des lampes d'un demi-watt: C.-H. Sharp (*P. A. I. E. E.*, t. IX, p. 1021-1029. Discussion, p. 1029-1032, 1914; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XVIII, 1915, p. 114, n° 230).

Filtre pour spectrophotographie: M Luckiesh (*Journal of Franklin Institute*, vol CLXXXI, avril 1916, p. 577. 600 mots).

La théorie de quelques écrans absorbants; E.-F. Kingsbury (*Journal of Franklin Institute*, vol, CLXXXI, mars 1916, p. 369-376, 1464 mots, 6 fig.).

Le « centre de gravité » et la « longueur d'onde effective » de transmission des écrans pyrométriques colorés et l'extrapolation de l'échelle des hautes températures: Paul-D. Foote (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 260: résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916; p. 263, *Sc. Abst.* A, vol. XIX, p. 255, juin 1916, n° 701).

Rendements lumineux déterminés dans une chambre d'expériences; Ward Harrisson et Earl A. Anderson (*T. I. E. S.*, vol. XI, 10 février 1916, p. 67-91, 5805 mots, 18 fig., 6 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 194, n° 405).

Photométrie de la lampe à incandescence à ampoule pleine de gaz; G.-W. Middlekauff et J.-E. Skogland (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, nè 264; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 557-559; *Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai, p. 240 et 252-254, 2700 mots, 3 fig. *Lumière électrique*, t. XXXIV, 22 juillet 1916, p. 89-90, 800 mots)

Mesure des intensités lumineuses des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse: Ralph-C. Robinson (*T. I. E. S.*, vol. XI, 25 mars 1916, p. 187-191, 1161 mots, 5 fig.; *G. E. R.*, t. XIX, avril 1916, p. 323; *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 703; *Sc. Abst* vol. XIX, mai 1916, p. 191, n° 398; *Lumière électrique*, t. XXXIII, 27 mai 1916, p. 211-216, 850 mots, 2 fig., 1 tab.).

Méthodes photométriques relatives aux lanternes de projection et cinématographes; méthode simple pour l'étude de l'éclat intrinsèque des sources de projection; J.-A. Orange (*G. E. R.*, vol XIX, mai 1916, p. 404-406, 1200 mots, 3 fig.).

Mesures diverses. — **Application de la méthode des sels dissous à la mesure du débit d'eau dans les essais d'une installation de pompage:** W.-D. Peaslee (*General Electric Review*, vol. XIX, février 1916, p. 132-139, 4750 mots, 6 fig.).

Compteurs pour fluides de la Bailey Meter Cy (*Electrical World*, vol. LXVII, 25 avril 1916, p. 895, 400 mots, 3 fig.).

Le dynamomètre à moulinet: J.-Lawrence Hodgson (*Engineering*, vol. CI, 17 mars 1916, p. 262, 650 mots, 5 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 168, n° 339).

Les derniers perfectionnements aux appareils d'essais par la méthode Brinell (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 58-60, 945 mots, 4 fig.).

Forme du pyromètre optique Holborn Kurlbaum adapté aux usages des laboratoires; W.-E. Forsythe (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 576).

L'anémomètre à fil chauffé électriquement et son application à la physique technique; Louis Vessot-King (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, janvier 1916, p. 1-25, 8320 mots, 6 fig.)

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Quelques progrès scientifiques en 1915; Helen.-R Hosmer (*General Electric Review*, vol. XIX, février 1916, p. 92-96, 3210 mots;

avril 1916, p. 313-317, 3200 mots, 1 fig.; reproduit dans *Lumière électrique*, t. XXXIII, 17 juin 1916, p. 279-281, 2000 mots).

Quelques analogies mécaniques de l'électricité et du magnétisme; W.-S. Franklin (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 267-271, 5213 mots, 9 fig.; reproduit dans *Electrician*, t. LXXVII, p. 556-559, 28 juillet 1916, 5511 mots, 9 fig.).

L'induction unipolaire et la rotation absolue; E.-H. Kennard (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 399; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 893). Communication de l'Université de Minnesota.

L'équipartition de l'énergie et la théorie de la radiation: W.-F.-G. Swann (*Physical Review*, vol. VII, janvier 1916, p. 154-156, 1000 mots). Communication à l'American Physical Society le 30 octobre 1915.

Le quantum de l'action: William Wilson (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 156-163, 2961 mots).

Radiations des atomes et électrons; J.-J. Thomson (*Engineering*, vol. CI, 17 mars 1916, p. 259-260, 3316 mots, 1 fig.; 24 mars, p. 282-284, 3315 mots, 3 fig.; 31 mars, p. 304-305, 3000 mots; 14 avril, p. 354-356, 3000 mots, 7 fig.; 21 avr,l, p. 380-382, 5660 mots, 8 fig.; *Electrician*, vol. LXXVI, 31 mars 1916, p. 910-911, 2800 mots, 2 fig.; 7 avril, p. 13, 1837 mots, 1 fig.; 21 avril, p. 68-90, 3000 mots, 2 fig.; 28 avril, p. 118, 3674 mots, 2 fig ; *Lumière électrique*, vol. XXXIII, 6 mai 1916, p. 135-136, 1200 mots; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, 244-246, n° 676).

La variation du courant d'émission positive du platine chaud quand on fait varier la différence de potentiel appliquée; O.-W. Richardson et Charles Sheard (*Philosophical Magazine*, 6e série, vol. XXXI, juin 1916, p. 497-505, 2538 mots, 4 fig.).

Note sur l'explication de la migration des ions; S.-W.-J. Smith (*Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 92; 14 juillet, p. 498, 1837 mots).

Méthode montrant la vitesse des ions iodés dans les solutions; S.-W.-J. Smith (*Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 93; 26 mai p. 255, 450 mots, 1 fig.).

Nouvelle méthode pour déterminer les vitesses des ions; Constance Harrisson Griffiths (*Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 82, 1837 mots, 4 fig.; p. 92, lettre; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 1253). Communication à la Physical Society de Londres, 24 mars 1916.

Les électrons libres dans les gaz; E.-M. Wellisch (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, mars 1916, p. 186-189, 1500 mots). Lettre du 22 décembre 1915.

La théorie de l'ionisation par collision : I. La distribution de la vitesse des électrons; II. Cas d'un contact non élastique; III. Cas d'un contact élastique; K.-T. Compton (*Physical Review*, vol. VII, avril 1916, p. 489-496, 3200 mots, 1 fig.; mai 1916, p. 501-508, 2255 mots, 3 fig, 4 tab.; mai, p. 509-517, 3608 mots, 3 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1373).

La distribution des électrons dans une substance pouvant exister à l'état conducteur et à l'état non conducteur; L.-E. Dodd (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 282, 451 mots).

Modèles atomiques dans lesquels la considération du champ magnétique est un facteur important; Ernest Merritt (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 285-287, 900 mots).

Les mobilités ioniques dans l'hydrogène; W.-B. Haines (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, avril 1916, p. 339-347, 2327 mots, 4 fig., 4 tab.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 1252; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 260, n° 712).

La variation des courants thermo-ioniques avec la variation des potentiels; Horace Lester (*Philosophical Magazine*, 6e série, vol. XXXI, juin 1916, p. 549-559, 3807 mots, 3 fig.).

Nouvelle loi reliant la pression d'ionisation et le courant dans les effluves à potentiels constants; Earle-H. Warner (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 399; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 15 avril 1916, p. 892). Communication de l'Université de l'Illinois.

L'hystérésis et le théorème de Poynting; A. Press (*Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 57).

La résistance négative; A.-W. Hull (*Physical Review*, vol. VII, janvier 1916, p. 141-143, 902 mots, 3 fig.; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 424; *Sc.*

Abst. A, vol. XIX, avril 1916, p. 165, n° 463; *Lumière électrique*, t. XXXIII, 17 juin 1916, p. 284-285, 707 mots, 2 fig.). Communication à l'American Physical Society, séance du 30 octobre 1915.

L'influence des bords dans les condensateurs à plateaux; C.-J. WATSON (*Electrician*, vol. LXXVI, 21 mars 1916, p. 883; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mai 1916, p. 216, n° 601). Lettre.

Sur la capacité électrique des corps de forme sensiblement sphérique et cylindrique; Lord RAYLEIGH (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, mars 1916, p. 177-186, 3750 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mai 1916, p. 213, n° 594).

Note sur l'influence des extrémités sur l'électrostriction des condensateurs cylindriques; Edwin-C. KEMBLE (*Physical Review*, vol. VII, avril 1916, p. 499; *Electrician*, vol. LXXVII, 16 juin 1916, p. 364). Résumé d'une communication à l'American Physical Society, New-York, le 26 février 1916.

Les variations de résistance avec la température des fils de fer parcourus par des courants alternatifs; W. PEUKERT (*E. T. Z*, 1915 n° 44; reproduit dans *Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 125, 800 mots, 1 fig. 2 tab.; *Electrical World*, vol. LXVII, 3 juin 1916, p. 1316).

Calcul de la force maximum s'exerçant entre deux courants circulaires coaxiaux; Frederick-W. GROVER (*Bulletin of Bureau of Standards*, vol. XII, 3 février 1916, p. 317-375; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 262, n° 716).

Esquisse de la théorie des courants d'impulsion; Ch.-P. STEINMETZ (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 1-26, 7904 mots; mai, p. 681-691, 4200 mots, 2 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 101, n° 213).

La protection des éléments thermo-électriques; Arthur-W. GRAY (*Scientific Papers of Bureau of Standards*, n° 276; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 699; *Electrical World*, vol. LXVII, p. 1483, 24 juin 1916, 500 mots, 1 fig.).

La nature de l'isolation électrique; W.-M. THORNTON (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 2 juin 1916, p. 624, 800 mots; *Electrical World*, vol. LXVIII, p. 35, 1er juillet 1916, 970 mots). Communication à l'Institution of Electrical Engineers, le 10 avril 1916.

Le flux d'électricité à travers les diélectriques; S.-W. HARRISSON (*Electrician*, vol. LXXVI, 4 février 1916, p. 646, 920 mots, 1 fig., 2 tab.).

Les phénomènes de l'arc électrique; A.-G. COLLIS (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 612-622, 4368 mots, 7 fig.; reproduit dans *Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 806-807, 1837 mots, 7 fig.). Discussion d'une communication parue dans *P. A. I. E. E.* du 16 septembre 1915.

Arcs dans les gaz entre électrodes non vaporisables; G.-M.-J. MAC KAY et C.-V. FERGUSON (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916, p. 209-217, 1600 mots, 4 fig., 1 tab.; *Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 410-412, 1 fig.; *Electrician*, vol. LXXVII, 26 mai, p. 254, 300 mots, 2 fig.; *Lumière électrique*, t. XXXIV, 22 juillet, 1916 p. 93-94, 1050 mots, 1 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, avril 1916, p. 165, n° 462). Communication du Laboratoire de la General Electric Company.

Les antennes à pointe de radium; E. LEIMER, (*Electrician*, vol. LXXVII, 28 avril 1916, p. 82, 700 mots; *Electrical World*, vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 1254, d'après *E. T. Z.*, vol. XXXVI).

Dispositif de protection des tubes à vide à cathode chaude (*Engineering*, t. CI, 4 février 1916, p. 119; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 154, n° 321; *British patent* 19 446, 1914).

L'absorption des gaz par les ampoules de quartz; R.-S. WILLOWS et George-H. TREVELYAN (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 883). Communication à la Physical Society, 10 mars 1916.

Production d'oscillations électriques par les tubes à vapeur de mercure (*Electrical World*, vol. LXVII, 12 février 1916, p. 385, 1800 mots, 2 fig.).

La longueur d'onde de la vibration électrique produite dans un conducteur rectiligne; J.-A. POLLOCK (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 96-100, 1269 mots, 1 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 127, n° 369).

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, *rue d'Édimbourg, Paris.*

Voir les renseignements donnés page 289 *relativement au service de placement.*

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
185. Un tourneur ajusteur. Deux apprentis mécaniciens.
188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189. Électricien connaissant la réparation des moteurs.
191. Un monteur.
192. Un métreur (conviendrait à ouvrier réformé pouvant faire travaux écritures).
194. Un électricien ayant travaillé dans le bobinage.
195. Dessinateurs.
196. Monteurs.
197. Monteur.
198. Monteur pour petites installations.
201. Un monteur pour la force.
203. Contremaitres, ajusteurs, tourneurs, outilleurs techniciens.
204. Un magasinier.
205. Un ingénieur bien au courant des installations à haute tension pour études d'installations industrielles. — Inspecteurs bien au courant des essais des machines électriques et des compteurs pour contrôle des installations industrielles.
206. Bons monteurs, sonnerie, téléphonie. — Monteurs lumière.
207. Un ingénieur pour service commercial.
208. Un bobinier, deux bobineuses connaissant le bobinage des dynamos.
209. Un électricien.

DEMANDE D'EMPLOI.

304. Chef d'usine, non mobilisable, bachelier ès sciences, ancien second-maître de la marine de l'État, diplômé de la marine marchande, ayant connaissances spéciales en mécanique et électricité, demande place de chef de service ou direction secteur ou usine. Paris, banlieue ou province.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser*, 27, *rue Tronchet.*)

OFFRES D'EMPLOIS.

On demande un jeune homme au courant de l'étalonnage, de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

On demande des chefs monteurs électriciens et des monteurs électriciens.

On demande : Ingénieur connaissant bien l'essai des machines électriques, bons bobiniers, bons ajusteurs, électricien plombier.

DEMANDES D'EMPLOI.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.

PETITES NOUVELLES

Expédition de marchandises à destination de la Norvège et de la Suède. — L'Office national du Commerce extérieur rappelle à nouveau dans ses « Dossiers commerciaux » les recommandations déjà faites aux exportateurs qui expédient de France des marchandises en Norvège ou en Suède, de les adresser directement dans les ports norvégiens ou suédois en évitant de les faire transiter par le Danemark ou de les consigner à un transitaire danois.

Malgré ces avis, un certain nombre d'exportateurs continuent à vouloir se servir du transit danois.

Or, d'après un accord conclu avec les Autorités anglaises, aucune marchandise destinée à la réexportation d'un pays quelconque : Suède, Norvège, Russie, etc., n'est délivrée à Copenhague, sauf le cas d'un permis spécial de réexportation établi par les Autorités britanniques et venant de Londres.

Les envois faits par les exportateurs français et destinés aussi bien à la Russie qu'à la Suède et à la Norvège doivent être faits *directement*.

Le transit danois n'aurait guère pour effet que d'immobiliser indéfiniment leurs marchandises dans les hangars des Compagnies de navigation à Copenhague.

Concurrence aux produits allemands et austro hongrois en Bolivie. — Le chargé d'affaires de France en Bolivie a adressé à l'Office quelques renseignements intéressants pour les commerçants français.

Il signale que l'Allemagne occupe le premier rang des pays importateurs de la Bolivie avec une somme de 20 millions de boliviens, dont 443 000 boliviens pour les machines et appareils électriques.

Il insite sur l'intérêt d'une représentation sur place et signale le nombre restreint de maisons françaises dans le pays.

Pour l'industrie française électrique il est possible de faire des affaires avec une filiale du Creusot qui a l'entreprise des tramways, de la lumière électrique, du téléphone « The Bolivian Rubber et general entreprise ».

Les cours du Conservatoire des Arts et Métiers. — Les cours et conférences du Conservatoire des Arts et Métiers du premier semestre 1916-1917 auront lieu aux jours et heures suivants.

Lundi, 17 heures. — Cours d'Économie industrielle et Statistique, par M. André Liesse, membre de l'Institut, qui traitera *Les entreprises industrielles et commerciales*, du 18 décembre au 4 mars inclus.

Cours d'Économie sociale, par M. P. Beauregard, membre de l'Institut, qui traitera *L'Economie sociale et le contrat de travail*, du 6 novembre au 11 décembre.

Conférences de M. H. Mamy, directeur de l'Association des Industriels de France, sur la *Prévention des accidents du travail et les dispositifs d'hygiène des ateliers* (ces conférences ont également lieu les jeudis et samedis, à l'amphithéâtre A).

Mardi, 17 heures. — Cours d'Assurance et de Prévoyance sociales, par M. L. Marilleau, qui traitera *Le point de vue international de la prévoyance sociale*, du 7 novembre au 23 janvier.

Mercredi, 17 heures. — Cours de Métallurgie et travail des métaux, par M. Léon Guillet, qui étudiera *Les produits métallurgiques, leurs essais, leurs traitements*, du 8 novembre au 24 janvier.

Jeudi, 17 heures. — Cours de Chimie industrielle, par M. E. Fleurent et Conférence sur les accidents du travail, par M. H. Mamy.

Vendredi, 17 heures. — Cours de machines, par M. E. Sauvage, qui traitera les *Moteurs hydrauliques*, du 3 nov. au 12 janvier.

Samedi, 17 heures. — Cours d'Économie politique, par M. A. Deschamps, qui étudiera *Le commerce extérieur*, du 4 novembre au 2 décembre,

Cours d'Hygiène industrielle, par M. le Dr F. Heim, qui traitera *Hygiène et Organisation industrielle, problèmes d'après guerre*, du 9 décembre au 3 février.

Conférence sur les accidents du travail, par M. H. Mamy.

Dimanche, 9 à 11 heures. — Conférences-manipulations sur la Physique appliquée aux Arts, par M. J. Violle, membre de l'Institut.

LITTÉRATURE DES PÉRIODIQUES [1]

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE. — **Pour une politique nationale concernant les forces motrices hydro-électriques en Italie**; E. CONTI (*Elettrotecnica*, 5 juin 1916, p. 348-352).

GÉNÉRATRICES D'ÉLECTRICITÉ. — **Génératrices triphasées pour la deuxième centrale hydro-électrique de Rjukan, à Saaheim, Norvège** (*Engineering*, 14 avril 1916, *Science abstracts*, mai 1915, p. 180, *Lumière électrique*, 3 juin 1916, p. 225-228). — D'après l'analyse publiée par ce dernier journal, ces six génératrices, construites par la Générale électrique Suédoise de Vesteras, détiennent le record de la puissance : elles sont calculées pour donner 18 900 kv-a à 9500 volts, 250 t. min, 50 p : sec avec cos $\varphi = 0,65$; elles doivent fournir l'énergie sans transformation aux fours Birkeland-Eyde servant à la fabrication des azotates au moyen de l'azote atmosphérique. Cette analyse donne la description de ces machines ainsi que leurs courbes caractéristiques d'aimantation, de pertes et de rendement.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

Le point neutre électrostatique dans les réseaux à trois fils diphasés et les dangers qu'il peut causer dans l'exploitation; D.-H. MOORE (*General Electric Review*, août 1916, p. 171-715). — Il y a souvent, parmi les ingénieurs, méprise sur la situation du point neutre électrostatique dans un réseau diphasé, trois fils, méprise qui provient de ce qu'ils sont plus familiers avec les réseaux à courants triphasés avec montage en étoile où le point neutre électrostatique se confond avec le point de connexion des trois phases. Pour cette raison l'article a un intérêt pratique car des accidents peuvent résulter de cette méprise.

Les succédanés du cuivre pour les conducteurs électriques; E. CESARI (*Elettrotecnica*, 15 juillet 1916, p. 435-440). — Les conditions pénibles du marché des métaux, au point de vue des applications électriques, conseillent l'emploi des métaux moins coûteux partout où c'est possible. L'auteur prend en considération le fer (et l'acier), l'aluminium (seul et combiné avec l'acier) et le zinc, et après les avoir comparés en vue de leurs qualités physiques (conductivité, résistance mécanique, élasticité, densité) et de leur prix, il conclut en recommandant surtout l'emploi des conducteurs en fer ou en aluminium-acier, en établissant les circonstances dans lesquelles ces conducteurs sont à conseiller.

TRACTION.

La discussion publique sur l'électrification des chemins de fer fédéraux suisses à Berne, 14 décembre 1915; Marco SEMENZA (*Elettrotecnica*, 25 juin 1916, p. 389-396).

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

La propagation des ondes électriques le long des fils isolés; H. ZAHN (*Physikalische Zeitschrift*, vol. XVI, 15 novembre 1915, p. 414-416; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 126, n° 367).

Les spectres de haute fréquence des éléments situés entre l'or et l'uranium; Manne SIEGBAUN et Einar FRIMAN (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, avril 1916, p. 403-406, 800 mots, 1 fig, 1 tab).

Sur les lignes simples des spectres du magnésium et autres métaux et sur leurs potentiels ionisants; J.-C. Mc LENNAN (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916, p. 191-209, 5824 mots, 8 fig, 2 tab.). Meeting de la section de Physique et de Chimie, 11 novembre 1915.

Comparaison des spectres du nickel produits sous pression par l'arc et par l'étincelle; E.-G. BILHAM (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 156-163, 2961 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 100, n° 323).

(1) Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — *J. I. E. E. : Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Genèse et absorption des rayons X; Sir Joseph (*Engineering*, vol. CI, 28 avril 1916, p. 406, 2000 mots, 1 fig.).

Rayons X et structure cristalline; W.-H. Bragg (*Engineering*, vol. CI, 5 mai 1916, p. 431, 800 mots; 2 juin, p. 518, 3000 mots, 5 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 248, n° 682).

Rayons X et la théorie de la radiation; C.-G. Barkla (*Engineering*, vol. CI, 9 juin, 1916 p. 559, 2000 mots). Communication à la Royal Society, le 25 mai 1916.

Sommaire de recherches expérimentales en cours sur les tubes à rayons X et leurs accessoires; W.-D. Coolidge (*American Journ. of Röntgenology*, décembre 1915, p. 881-892; *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 425). Communication du Laboratoire de la General Electric Company.

Note sur le spectre des rayons X; O.-J. Tobel (*Physical Review*, vol. VII, mai 1915, p. 580-582, 902 mots, 1 fig.).

Spectre des rayons X; A.-W. Hull (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 423, 416 mots). Travaux du Laboratoire de recherches de la General Electric Company.

Les spectres de rayons X du tungstène; Arthur-H. Compton (*Physical Review*, vol. VII, avril 1916, p. 498, 1 tab.). Résumé d'une communication à l'American Physical Society de New-York, le 26 février 1916.

Les quanta d'émission des rayons X caractéristiques; David-L. Webster (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 403). Communication de l'Université de Harvard.

La formule de radiation de Planck déduite d'hypothèses suggérées par les phénomènes relatifs aux rayons X; William Duane (*Physical Review*, vol. VII, janvier 1916, p. 143-147, 1804 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 119, n° 346). Communication à l'American Physical Society, séance du 30 octobre 1915.

La protection contre les rayons X (*Electrical Review*, 11 février 1916; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 668).

La fluorescence du phosphate de sodium et d'uranium; H.-L. Howes et D.-T. Wilber (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 394-397, 902 mots, 1 fig.).

Le rapport du radium à l'uranium dans les minerais (*Engineering*, vol. CI, 14 janvier 1916, p. 38, 1474 mots).

L'extraction du radium, de l'uranium et du vanadium de la carnotite; Ch.-L. Parsons (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 51-53, 1900 mots, 3 fig.). Conférence faite à la section de New-York de la Society of Chemical Industry.

Décomposition des champs magnétiques en leurs plus hauts harmoniques; Weichsel (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 511-517, 2900 mots; *Lumière électrique*, vol. XXXIII, 15 avril 1916, p. 57-62, 3900 mots, 9 fig.). Discussion d'une Communication à l'A. I. E. E., à Saint-Louis le 20 octobre 1915, parue dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

Théories du magnétisme; Paul Dushman (*G. E. R.*, vol. XIX, mai 1916, p. 351-358, 4800 mots, 1 fig., 5 tab.; août 1916, p. 666-674, 4800 mots, 7 fig., 6 tab.).

Aimantation par rotation; S.-J. Barnett (*Lumière électrique*, vol. XXXIII, 17 juin 1916, p. 281-284, 1400 mots, 2 fig., d'après *Electrician* du 21 avril 1916).

Affaiblissement des oscillations de torsion et de la fatigue de fils de fer dans un champ magnétique; W. Brown (*Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 130, n° 377; résumé des *Proceedings of Royal Dublin Society*, t. XV, janvier 1916, p. 1-12).

Étude des lois du magnétisme concernant l'acier et autres substances; John-D. Ball (*G. E. R.*, vol. XIX, mai 1916, p. 369-391, 8800 mots, 25 fig., 24 tab.; *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 459-504, 8730 mots, 25 fig., 24 tab.; résumé dans *Sc. Abst.*, vol. XIX, juin 1916, p. 263, n° 722). Communication à l'American Institute of Electrical Engineers, à Philadelphie le 2 décembre 1915.

Les propriétés magnétiques de quelques alliages de fer fondu dans le vide; Yensen (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 638-666, 7484 mots, 10 fig., 10 tab.; reproduit dans *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 9 juin 1916, 500 mots, 1 fig., 1 tab.; *Elec-*

trical World, vol. LXVII, 9 juin 1916, p. 1314, 650 mots, 1 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

Propriétés magnétiques du fer aux très hautes fréquences; N.-W. Mc Lachlan (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 480-489, 5395 mots, 12 fig., 8 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 173, n° 351).

Influence des oscillations électriques sur les propriétés magnétiques du fer, étudiée par le campographe; J.-A. Fleming et P.-R. Coursey (*Electrician*, vol. LXXVI, 25 février 1916, p. 738, 1900 mots, 7 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, 28 février 1916, p. 81; *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 723). Communication à la Physical Society, décembre 1915.

La boucle d'hystérésis asymétrique; Ball (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 506-510, 1664 mots, 3 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

Les effets du déplacement des pulsations magnétiques dans les pertes par hystérésis dans les tôles d'acier; Chubb et Spooner (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 506-510, 1664 mots, 3 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915).

Sur les rayons magnétiques de Righi; James-E. Ives (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 407, 2 fig.: *Lumière électrique*, t. XXXIV, 12 août 1916, p. 158-160, 1400 mots, 2 fig.). Communication de l'Université Clark, Worcester, Mass.

Sur l'effet Hall et les phénomènes connexes; Alpheus-W. Smith (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, avril 1916, p. 367-369, 600 mots, 1 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 266, n° 725).

Piles photo-électriques de grande sensibilité et relais photo-électrique; Jacob Kung et J. Stebbins (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 282).

L'émission photo-électrique complète; O.-W. Richardson (*Philosophical Magasine*, vol. XXXI, février 1916, p. 149-155, 2961 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 124, n° 364).

Sur la vitesse des électrons émis dans les phénomènes photo-électriques normaux et sélectifs; A. L. Hughes (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 100-108, 2538 mots, 1 tab., 4 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 127, n° 369).

Les piles au sélénium; W.-R. Cooper (*Electrician*, vol. LXXVI, 11 février 1916, p. 676-679, 4500 mots, 6 fig.; 18 février 1916, p. 705-707, 3500 mots, 6 fig.; 25 février, p. 735-738, 5300 mots, 2 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 667; 1er avril, p. 780; *Industrie électrique*, t. XXV, 10 mai 1916, p. 165-169, 12 fig.); *Génie civil*, vol. LXVIII, 20 mai 1916, p. 335-336, 1800 mots).

Relation entre l'effet de la pression et l'effet de la lumière dans les cristaux de sélénium; E.-O. Dieterich (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 415). Communication du Physical Laboratory of the State University of Iowa.

Essai en vue de déterminer un changement de la chaleur spécifique du sélénium provoqué par une variation de l'éclairement ou l'application d'un champ électrique: L.-P. Sieg (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 397). Communication à la Physical Society, décembre 1915 du Physical Laboratory of the State University of Iowa.

La triboluminescence des composés du zinc et de manganèse; C.-W. Waggoner (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 402). Communication de la West Virginia University.

La mesure de la rotation magnétique du plan de polarisation dans le spectre infra-rouge; L.-R. Ingersoll (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 284).

Notation pour les phénomènes Zeeman; W.-M. Hicks (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 171-173, 950 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A., vol. XIX, mars 1916, p. 111, n° 328).

L'origine de la foudre (*Electrical Review*, vol. LXVIII, 13 mai 1916; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 844, 300 mots).

trical World, vol. LXVII, 9 juin 1916, p. 1314, 650 mots, 1 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

Propriétés magnétiques du fer aux très hautes fréquences; N.-W. Mc LACHLAN (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 480-489, 5395 mots, 12 fig., 8 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 173, n° 351).

Influence des oscillations électriques sur les propriétés magnétiques du fer, étudiée par le campographe; J.-A. FLEMING et P.-R. COURSEY (*Electrician*, vol. LXXVI, 25 février 1916, p. 738, 1900 mots, 7 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, 28 février 1916, p. 81; *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 723). Communication à la Physical Society, décembre 1915.

La boucle d'hystérésis asymétrique; BALL (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 506-510, 1664 mots, 3 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

Les effets du déplacement des pulsations magnétiques dans les pertes par hystérésis dans les tôles d'acier; CHUBB et SPOONER (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 506-510, 1664 mots, 3 fig.). Discussion d'une Communication à Saint-Louis le 20 octobre 1915, publiée dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915),

Sur les rayons magnétiques de Righi; JAMES-E. IVES (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 407, 2 fig : *Lumière électrique*, t. XXXIV, 12 août 1916, p. 158-160, 1400 mots, 2 fig.). Communication de l'Université Clark, Worcester, Mass.

Sur l'effet Hall et les phénomènes connexes; Alpheus-W. SMITH (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, avril 1916, p. 367-369, 600 mots, 1 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, juin 1916, p. 266, n° 725).

Piles photo-électriques de grande sensibilité et relais photo-électrique; Jacob KUNG et J. STEBBINS (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 282).

L'émission photo-électrique complète; O.-W. RICHARDSON (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 149-155, 2961 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 124, n° 364).

Sur la vitesse des électrons émis dans les phénomènes photo-électriques normaux et sélectifs; A. L. HUGHES (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 100-108, 2538 mots, 1 tab., 4 fig ; résumé dans *Sc. Abst.* A, vol. XIX, mars 1916, p. 127, n° 369).

Les piles au sélénium; W.-R. COOPER (*Electrician*, vol. LXXVI, 11 février 1916, p. 676-679, 4500 mots, 6 fig.; 18 février 1916, p. 705-707, 3500 mots, 6 fig.; 25 février, p. 735-738, 5300 mots, 2 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 667; 1er avril, p. 780: *Industrie électrique*, t. XXV, 10 mai 1916, p. 165-169, 12 fig.); *Génie civil*, vol. LXVIII, 20 mai 1916, p. 335-336, 1800 mots).

Relation entre l'effet de la pression et l'effet de la lumière dans les cristaux de sélénium; E.-O. DIETERICH (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 415). Communication du Physical Laboratory of the State University of Iowa.

Essai en vue de déterminer un changement de la chaleur spécifique du sélénium provoqué par une variation de l'éclairement ou l'application d'un champ électrique: L.-P. SIEG (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 397). Communication à la Physical Society, décembre 1915 du Physical Laboratory of the State University of Iowa.

La triboluminescence des composés du zinc et de manganèse; C.-W. WAGGONER (*Physical Review*, vol. VII, mars 1916, p. 402). Communication de la West Virginia University.

La mesure de la rotation magnétique du plan de polarisation dans le spectre infra-rouge; L.-R. INGERSOLL (*Physical Review*, vol. VII, février 1916, p. 284).

Notation pour les phénomènes Zeeman; W.-M. HICKS (*Philosophical Magazine*, vol. XXXI, février 1916, p. 171-173, 950 mots; résumé dans *Sc. Abst.* A., vol. XIX, mars 1916, p. 111, n° 328).

L'origine de la foudre (*Electrical Review*, vol. LXVIII, 13 mai 1916; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 844, 300 mots).



à courant continu, monophasé, diphasé et triphasé, de tous voltages et de toutes puissances.

MACHINES ÉLECTRIQUES
et Transformateurs

Avant de prendre une décision pour l'achat d'une machine électrique, votre intérêt est de connaître nos disponibilités et nos propositions.

Machines Neuves

Nous vous livrons, à lettre vue, la machine qui vous est nécessaire **d'urgence.** Elle est dans nos magasins, parmi des centaines d'autres. Indiquez-nous : puissance, voltage, fréquence, vitesse et, par retour, vous recevrez nos prix.

Réparations Garanties

La machine qui est actuellement hors de service peut et doit être réparée. Nous la mettrons en état de fournir le même travail que lorsqu'elle était neuve. De ce fait, nous vous la garantirons, formellement, pendant un an. Nos ateliers, notre personnel spécial et notre laboratoire d'essais, nous permettent de le faire, même durant la guerre.

Occasions Garanties

Vous pouvez désirer limiter votre dépense et acheter une machine d'occasion. Dans ce cas encore, en raison de nos ateliers, de notre personnel et de notre laboratoire d'essais, nous pouvons vous garantir formellement, la machine vendue, pendant un an. La machine sera en état de fournir le même travail que lorsqu'elle était neuve.

Achats. — Nous achetons toute machine hors d'emploi.

Machines en Location

Si vos besoins de force et d'éclairage ne sont que temporaires, nous pouvons vous louer des machines à prix avantageux.

Établissements G. LANGRAND (I.D.N.) & Cie

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT ET DE L'ARMÉE ANGLAISE

Spécialistes en Machines Électriques

PARIS — 256 bis Faubourg Saint-Martin, 256 bis — PARIS

Adr. Tél. : GRANDLAN-PARIS — Téléphone : NORD 68-79 — Adr. Tél. : GRANDLAN-PARIS

Lord Kelvin et le magnétisme terrestre; C. Chree (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er mars 1916, p. 405-425, 14 027 mots, 16 fig., 5 tab.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 723; *Sc. Abst.* A, vol. XIX, avril 1916, p. 168, nº 468). Communication à l'Institution of Electrical Engineers du 17 février 1916.

La terre considérée comme un grand aimant; L.-A. Bauer (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 601-628, 7904 mots, 11 fig.).

Circulation et radiation dans l'atmosphère de la terre et du soleil: Frank-H. Bigelow. Édité chez Chapman et Hall, London, prix, 21 sh net).

Luminescence et absorption dans l'atmosphère solaire et dans les tubes à gaz raréfiés; A. Perot (*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, 3e série, t. VI, janvier 1916, p. 9-19, 3052 mots, 3 fig.).

Sur les effets magnétiques possibles des planètes; L.-A. Bauer (*Physical Review*, vol. VII, avril 1916, p. 500; résumé d'une communication à l'American Physical Society, à New-York, le 26 février 1916).

VARIÉTÉS

Applications diverses. — **Précipitation électrique des fumées**; Halbert-P. Hill (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 9 juin 1916, p. 660-662, 1400 mots, 3 fig., d'après *Electrical World*).

La solution des problèmes concernant les fumées et les poussières par la précipitation électrique; Linn Bradley (*Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 152-153, 3600tmots; d'après *Mettallurgical and Chemical Engineering*).

Le problème électrotechnique de la production des rayons X dans la guerre actuelle; U. Magini (*Elettrotecnica*, vol. III, 5 mars 1916, p. 126-133, 7819 mots). Communication à l'Associazione Elettrotecnica Italiana, section de Turin, 20 décembre 1915.

Appareil pour la production des radiations ultraviolettes; W.-S. Andrews (*G. E. R.*, vol. XIX, avril 1916, p. 317-319, 860 mots, 2 fig.).

Troubles et détériorations. — **Rapport du Comité sur les perturbations causées par les lignes de transmission sur les lignes téléphoniques** (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 401-413, 5200 mots, 2 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 197, nº 412).

L'électrolyse par les courants vagabonds et sa prévention; E.-B. Rosa et B. Mc Collum (*Technologie papers of Bureau of Standards*, nº 52; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, avril 1916, p. 142, nº 296; reproduite dans *Engineering*, vol. CI, 23 juin 1916, p. 602-603, 3000 mots, 4 fig.).

L'électrolyse, ses effets sur les conducteurs aériens et les isolateurs en porcelaine; S.-L. Foster (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 623-626, 1456 mots). Discussion d'une communication, à San-Francisco le 17 septembre 1915, parue dans l'*A. I. E. E.*, d'août 1915, t. XXXIV.

Les pertes de courant des chemins de fer électriques, courants vagabonds (*Technologie papers of Bureau of Standards*; nº 63, résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mars 1916, p. 413; *Electrician*, vol. LXXVII, 14 avril 1916, p. 36).

Perte de courants dans les chemins de fer électriques; Burton Mc Collum et K.-H. Logan (*Technologic papers of Bureau of Standards*, mars 1916, nº 63; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 20 mai 1916, p. 1175).

Influence de la fréquence d'un courant alternatif ou d'un courant infréquemment renversé sur la corrosion électrolytique; G.-H. Ahlborn (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mars 1916, p. 371-398, 8320 mots, 7 fig., 9 tab.; juillet 1916, p. 1113-1130, 7656 mots, 8 fig., 2 tab.; résumé dans *Electrician*, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 3; *Génie civil*, t. LXVIII, 20 mai, p. 339; *Sc. Abst.*, vol. XIX, mai 1916, p. 185, nº 379). Communication à l'A. I. E. E., à New-York, le 10 mars 1916.

Dispositions adoptées par l'Edison Electric Illuminating Co pour diminuer l'électrolyse des enveloppes de câbles (*Electrical World*, vol. LXVII, 1er avril 1916, p. 769-771, 1238 mots, 3 fig.).

La résistance des terres considérée au point de vue de l'électrolyse des objets placés en terre; B. Mac Collum et K.-H. Logan (*Technologic papers of Bureau of Standards*, nº 26; résumé dans

Sc. Abst. B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 142, n° 295; *Engineering*, vol. CII, 14 juillet 1916, p. 40, 850 mots).

MATÉRIEL ET MATIÈRES PREMIÈRES. —**Roulements à billes pour moteurs électriques**; T. E. C. H. (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 31 mars 1916, p. 379-380, 2978 mots, 8 fig.).

Une pompe à vapeur de mercure; Horatio-B. WILLIAMS (*Physical Review*, mai 1916, résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 10 juin 1916, p. 1372, 1 fig.).

L'isolement thermique des appareils à haute température; P.-A., BOECK (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 225-229, 3780 mots, 8 fig.).

Résistance électrique de quelques alliages cuivre-zinc-nickel soumis à des traitements thermiques (partie I); F.-C. THOMPSON (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 15 janvier 1916, p. 222-225, 1500 mots, 2 fig., 2 tab.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mars 1916, p. 98, n° 208).

La résistance du grès humide aux courants alternatifs de haute et basse fréquence; N.-W. Mc LACHLAN (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 875-876, 1400 mots, 3 fig.; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 166, n° 333; *Electrical World*, vol. LXVII, 27 mai 1916, p. 1254).

Matériaux isolants artificiels (*Electrician*, vol. LXXVI, 4 février 1916, p. 627-629, 3500 mots, 3 fig.; 11 février, p. 679-681, 1900 mots, 3 fig., 1 tab.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 667; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 130, n° 272).

Les huiles isolantes (*J. I. E. E.*, vol. LIV, 1er avril 1916, p. 497-505, 6474 mots, 4 fig.; reproduit dans *Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 73, 4570 mots; *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 28 avril 1916, p. 475, 770 mots; *Electrical World*, vol. LXVII, 3 juin 1916, p. 1316).

Séparation électrique de l'huile et de l'eau; F.-W. PEEK (*Metallurgical and Chemical Engineering*, t. XIV, p. 343, 15 mars 1916; *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 171, n° 346). United States patent 1 170 184.

Sur la bakelite : 1° Bakelite; 2° résine synthétique et bakelite; Dr L.-H. BAEKELAND (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er février 1916, p. 149-151, 2800 mots; 1er février, p. 154, 1200 mots).

L'industrie du caoutchouc; Andrew-H. KING (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 23, 6930 mots, 5 fig.; 15 janvier, p. 71, 5000 mots, 10 fig.; reproduit dans *Engineering*, vol. XIV, 1er janvier 1916, p. 23-30, 6930 mots, 5 fig.).

Détermination du carbonate de barium et du sulfate de barium dans les objets en caoutchouc vulcanisé; John-B. TUTTLE (*Circular of Bureau of Standards*, n° 57; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, février 1916, p. 265).

Alliage de très haute résistivité; Matthew-A. HUNTER (*Metallurgical and Chemical Engineering*, vol. XIV, 15 février 1916, p. 222). Brevet américain 1 168 074, 11 janvier 1916.

La préparation des alliages du tungstène; (H. FLECK (*Mining and Scientific Press*, vol. CXII, 22 janvier 1916, n° 4; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, mai 1916, p. 729).

Nouvelle expérience sur la volatilisation du platine; C.-K. BURGESS et R.-G. WALTENBERG (*Scientific papers of Bureau of Standards*, n° 280; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, juin 1916, p. 848-849, 450 mots).

L'influence de l'azote sur les propriétés du fer et de l'acier; Tomsk-N. TSCHISCHEWSKI (*Engineering*, vol. CI, 18 février 1916, p. 171-173, 5150 mots, 7 fig., 7 tab.).

La corrélation des propriétés mécaniques et magnétiques de l'acier; Chas-W. BURROWS (*Scientific papers of Bureau of Standards*, n° 272; résumé dans *Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 563-565, 800 mots).

La théorie de la corrosion de l'acier; Leslie AITCHINSON (*Engineering*, vol. CI, 12 mai 1916, p. 461-463, 4200 mots, 10 fig.; résumé dans *Electrician*, vol. LXXVII, 2 juin, p. 275; Génie civil, t. LXIX, 29 juillet 1916), p. 80.

La corrosion du fer et de l'acier; sir Robert HADFIELD et Friend-J.

Newton (*Engineering*, vol. CI, 12 mai 1916, p. 445-447, 4400 mots, 10 fig.).

La corrosion des métaux (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 14 janvier 1916, p. 59-60, 1600 mots). Reproduction d'une discussion faite à la séance de décembre 1915 de la Faraday Society.

La corrosion des métaux (*Lumière électrique*, vol. XXXIII, 22 avril 1916, p. 92-94, 1700 mots). Reproduction d'une communication à la Faraday Society en décembre 1915.

Tarification. — **Tarifs et tarification**; Lincoln (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 71-112, 16 640 mots, 5 fig.). Discussion d'une communication du 8 octobre 1915, parue dans *P. A. I. E. E.*, d'octobre 1915.

Tarification de l'éclairage et de la force motrice dans les réseaux de distribution; Baum (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 63-70, 3000 mots; mars 1916, p. 398-401, 1040 mots). Discussion d'une communication parue dans *P. A. I. E. E.* d'avril 1915.

Standardisation des méthodes de comparaison des frais d'exploitation des usines, W.-N. Polakov (*Proceedings of American Society of Mechanical Engineers*, t. XXXVIII, avril 1916, p. 292-297; *Mechanical Engineers*, t. XXXVII, 12 et 19 mai 1916, p. 356-357 et p. 386-388; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 185, n° 380).

Comparaison de la production de l'électricité dans une petite usine ou son achat à un grand réseau; H.-S. Ellis (*Electrician*, vol. LXXVII, 23 juin 1916, p. 383-386, 4500 mots, 5 fig; p. 398 et p. 465-466, 3000 mots.) Discussion.

L'obtention d'une charge presque uniforme par la vente en gros de l'énergie électrique; W.-N. Ryerson (*Electrical World*, vol. LXVII, 25 mars 1916, p. 697-701, 7 fig.).

L'influence du facteur de puissance sur le coût de l'énergie électrique; R. Stöppler (*Electrician*, vol. LXXVI, 18 février 1916, p. 704, 1400 mots, 1 fig., 1 tab., d'après *E. T. Z.*, 1915).

Comment on peut tenir compte du facteur de puissance dans la tarification de l'énergie électrique en courants triphasés; Arno (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 19 mai 1916, p. 557, 1200 mots, 6 fig.)

Règles de standardisation des machines électriques (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 878-879, 1837 mots).

Unification des diagrammes employés dans les dessins électriques: Gisbert Kapp (*Electrician*, vol. LXXVI, 10 mars 1916, p. 802-806, 4592 mots, 8 fig; p. 810, 1837 mots; 21 avril, p. 72, 800 mots, 1 tab.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 8 avril p. 833; *Sc. Abst.* B vol. XIX, mai 1916, p. 177, n° 359).

L'unification dans les dessins des appareils électriques; Philip-R Coursey (*Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 882.) Lettre.

Unification. — **Notes sur les règles de standardisation de l'A. I. E. E., relatives aux machines électriques**; H.-M. Hobart (*General Electric Review*, vol. XIX, février 1916, p. 145-156, 8020 mots, 2 fig, 1 tab; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, 25 avril 1916, p. 137, n° 282).

Enseignement et recherches techniques. — **La science dans l'économie sociale**; T.-C. Elder (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 21 avril 1916; *Lumière électrique*, t. XXXIII, 10 juin 1916, p. 264.

L'organisation de la recherche scientifique; J.-A. Fleming (*Elecrician*, vol. LXXVI, 18 février 1916, p. 710-713, 3700 mots; 25 février, p. 745, lettre; 14 avril, p. 39, 3500 mots, et p. 35; 14 juillet 1916, p. 496-497, 3400 mots; lettre, p. 505; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 18 mars 1916, p. 667; *Lumière électrique*, t. XXXII, 1er avril 1916, p. 23-24, 1100 mots). Communication à la Royal Society of Arts.

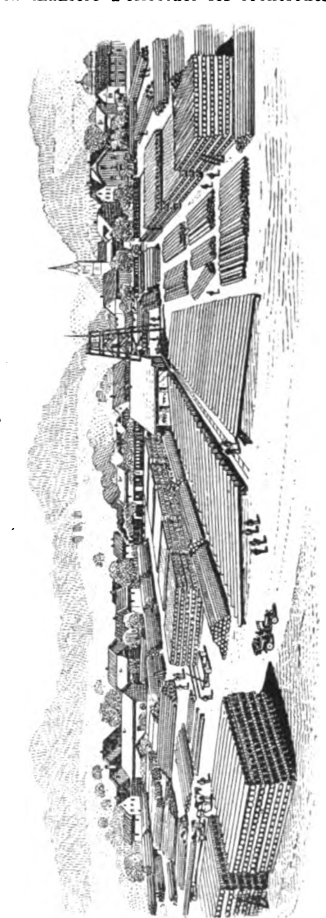
Les recherches scientifiques et l'industrie; J.-A. Fleming (*Electrician*, vol. LXXVII, 5 mai 1916, p. 137, 156-160, 7200 mots, *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 12 mai, p. 530-532, 2200 mots et p. 525). Conférence à la Société des Ingénieurs à Caxton Hall.

L'éducation technique; F.-M. Denton (*Electrician*, vol. LXXVII, 12 mai 1916, p. 227, 918 mots:) Lettre.

L'éducation technique et les recherches scientifiques (*Electrician*, vol. LXXVII, 7 avril 1916, p. 411, 1489 mots).

L'application de la science dans les usines: Sir William Beardmore (*Engineering*, vol. CI, 5 mai 1916, p. 437, 3300 mots; *Electrical Review*, vol. LXXVIII, 19 mai 1916, p. 560-562, 2400 mots).

Considérations relatives à la manière d'effectuer les recherches



électriques dans les Écoles d'Ingénieurs; V. Karapetoff (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, mai 1916, p. 591-601, 6240 mots; résumé dans *Sc. Abst.*, vol. XIX, p. 220, juin, 1916 n° 454). Communication à Cleveland, Ohio, le 27 juin 1916.

Un laboratoire de recherches sur le chauffage et la ventilation (*Electrical Review*, vol. LXXVIII, 4 février 1916, p. 134-136, 2240 mots, 8 fig.; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 4 mars 1916, p. 554).

Station expérimentale à l'usage des Ingénieurs à l'Université de l'Illinois; Paine (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 504-506, 832 mots). Discussion d'une communication à Saint-Louis, le 20 octobre 1915, parue dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

L'influence de la presse scientifique et technique sur l'Éducation technique et les recherches industrielles; William Garnett et A.-P.-M. Fleming (*The Illuminating Engineer*, mai 1916, vol. IX, p. 154-167, 9910 mots; juin 1916, p. 187-203, 12 400 mots; *Electrician*, vol. LXXVI, 24 mars 1916, p. 875, 1600 mots).

L'enseignement du dessin technique dans les lycées; P. Juppont (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions, Belles-Lettres*, de Toulouse, 11e série, t. III). (Édité à l'Imprimerie Douladoure Privat, Toulouse, 1915, in-8, 235 × 155, 28 pages).

Economie industrielle. — **La main-d'œuvre; le programme économique**; P. Besson (*Lumière électrique*, t. XXXIII, 10 juin 1916, p. 259-263, 3535 mots).

Le facteur humain dans les organisations du travail; J. Hartness (Extrait de la *Revue de Metallurgie*, vol. XII, septembre 1915). (Édité chez Dunod et Pinat, Paris, 1916, in-8, 250 × 165, 127 pages).

Association entre producteurs; C. Ferrero (*Elettrotecnica*, vol. III, 5 février 1916, p. 69-70, 1700 mots).

« A toute vitesse dans un atelier de construction ». L'auteur discute les bases logiques des systèmes de salaires à primes; R. Rankin (*Electrician*, vol. LXXVII, 21 avril 1916, p. 90, 3000 mots, 2 fig.; 28 avril, 5511 mots; 5 mai, p. 160-162, lettres; p. 137; 12 mai, p. 192, lettres; 19 mai, p. 226; 26 mai, p. 261, lettre; 9 juin, p. 328, lettres; résumé dans *Electrical World*, vol. LXVII, 17 juin, p. 1429). Communication au Junior Institution of Engineers.

Les services électriques d'utilité publique dirigés par les municipalités dans l'ouest du Canada; A.-G. Christie (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, février 1916, p. 289-343, 17 888 mots, 5 fig., 8 tab.; mai, p. 692-703, 4600 mots; résumé dans *Sc. Abst.* B, vol. XIX, mai 1916, p. 186, n° 383).

Le meilleur contrôle des utilités publiques; Baum (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, janvier 1916, p. 58-60, 2100 mots). Discussion d'une communication du 22 janvier 1915 parue dans *P. A. I. E. E.* de janvier 1915.

La coopération municipale dans l'organisation des services d'utilité publique; Kealy (*P. A. I. E. E.*, vol. XXXV, avril 1916, p. 493-497, 1650 mots). Discussion d'une communication à Saint-Louis du 19 octobre 1915 parue dans *P. A. I. E. E.* d'octobre 1915.

La concentration du contrôle des « Utilités publiques » (*Electrical World*, vol. LXVII, 5 février 1916, p. 302-309, 6000 mots, 3 fig., 1 tab.).

Législation. — **Sur le projet de loi pour la facilitation de la construction des réservoirs et lacs artificiels** (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 février 1916, p. 102-114, 12 787 mots). Rapport de la Commission de l'Association électrotechnique italienne.

Lois et règlements concernant l'usage de l'eau dans les pays pan-américains; Rome-G. Brown (*General Electrical Review*, vol. XIX, mai 1916, p. 391-403, 10 400 mots).

Comités. Conférences. — **Rapport sur les travaux du Comité électrotechnique italien présenté à la 19e réunion annuelle, Livourne**, 6 novembre 1915 (*Elettrotecnica*, vol. III, 5 février 1916, p. 68, 600 mots, 2 tab.).

Rapport annuel de l'U. S. Bureau of Standards (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, janvier 1916, p. 127-140, 5616 mots).

Rapport de la dixième Conférence annuelle sur les Poids et Mesures du 25-28 mai 1915 (*Journal of Franklin Institute*, vol. CLXXXI, avril 1916, p. 697, d'après une communication du Bureau of Standards).

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 323 relativement au service de placement.

OFFRES D'EMPLOIS.

116. Un commis métreur.
185. Un tourneur ajusteur. Deux apprentis mécaniciens.
188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189. Électricien connaissant la réparation des moteurs.
191. Un monteur.
192. Un métreur (conviendrait à ouvrier réformé pouvant faire travaux écritures).
194. Un électricien ayant travaillé dans le bobinage.
195. Dessinateurs.
196. Monteurs.
197. Monteur
198. Monteur pour petites installations.
201. Un monteur pour la force.
203. Contremaîtres, ajusteurs, tourneurs, outilleurs techniciens.
204. Un magasinier.
205. Un ingénieur bien au courant des installations à haute tension pour études d'installations industrielles. — Inspecteurs bien au courant des essais des machines électriques et des compteurs pour contrôle des installations industrielles.
206. Bons monteurs, sonnerie, téléphonie. — Monteurs lumière.
207. Un ingénieur pour service commercial.
208. Un bobinier, deux bobineuses connaissant le bobinage des dynamos.
209. Un électricien.

DEMANDE D'EMPLOI.

304. Chef d'usine, non mobilisable, bachelier ès sciences, ancien second-maître de la marine de l'Etat, diplômé de la marine marchande, ayant connaissances spéciales en mécanique et électricité, demande place de chef de service ou direction secteur ou usine. Paris, banlieue ou province.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser*, 27, *rue Tronchet.*)

OFFRES D'EMPLOIS.

On demande un jeune homme au courant de l'étalonnage, de l'entretien des compteurs, ainsi que des principales mesures de laboratoire.

On demande des chefs monteurs électriciens et des monteurs électriciens.

On demande : Ingénieur connaissant bien l'essai des machines électriques, bons bobiniers, bons ajusteurs, électricien plombier.

DEMANDES D'EMPLOI.

2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.

PETITES NOUVELLES

Un record radiotélégraphique — D'après l'*Electrical Review*, le navire américain *Ventura* aurait recueilli, au cours d'une récente traversée de San Francisco à Sydney, des messages radiotélégraphiques émanant de la station de Tuckerton, New-Jersey, alors qu'il était à une distance de 6000 milles de cette place. Ce serait là, prétend-on, la plus grande portée atteinte en radiotélégraphie jusqu'à ce jour.

Téléphonie sans fil — Suivant l'*Electrical Review*, la téléphonie sans fil aurait été employée du 6 au 8 mai dernier pour la transmission des ordres entre le Gouvernement des États-Unis à Washington et le navire de guerre américain New Hampshire à Hampton Roads; elle fut également employée pour la communication avec des stations navales à New-York, San Diego (Californie) et Pensacola (Floride), etc. Durant les essais, le New Hampshire fut envoyé en mer et retourna à sa station en faisant rapport par téléphonie sans fil toutes les heures. La démonstration aurait été très réussie sous tous les rapports.

Le nickel, métal de guerre (*Journal du Four électrique et de l'électrolyse*, 15 septembre 1916, p. 451). — Il n'y a dans le monde que deux centres nickélifères : le Canada qui produit 700 000 tonnes et la Nouvelle-Calédonie qui en produit 150 000 tonnes. Les Alliés ont donc le contrôle des livraisons de nickel et si le sous-marin *Deutschland* a pu emporter quelques dizaines de tonnes des Etats-Unis, c'est que le Canada ne produit pas de métal pur, mais des mattes à 80 pour 100 qui sont affinées dans les usines américaines de New-Jersey; des précautions ont été prises pour éviter que le fait se renouvelle et les Canadiens ont décidé de construire des usines pour terminer le traitement métallurgique dans leur pays. — Les minerais de la Nouvelle-Calédonie sont traités par la Société « Le Nickel ». Au début de la guerre cette société dut fermer son usine du Havre et désorganiser son exploitation de la Nouvelle-Calédonie; depuis elle a remis en marche l'usine du Havre et a pris ses mesures pour doubler son usine d'Ecosse en même temps qu'elle accroissait la production de sa fonderie de la Nouvelle-Calédonie pour l'obtention des mattes et du ferro-nickel. — Parmi les petits producteurs de nickel, l'article signale la Société norvégienne de raffinerie de nickel de Kristianssand qui emploie le procédé électrolytique Hybinette pour traiter soit les minerais norvégiens d'Evje, soit des minerais importés; il ne semble pas qu'elle délivre du nickel aux Allemands. — Le prix du nickel qui était de 170 livres sterling en juillet 1914 est monté rapidement à 200 puis 220 livres sterling où il s'est stabilisé.

Répertoire du Commerce austro-allemand en France. — La Chambre de Commerce de Nancy nous informe que cet Annuaire, établi sur son initiative et sur celle de l'Office économique de Meurthe-et-Moselle, sera bientôt publié par la Société fermière des Annuaires, 53, rue Lafayette, Paris.

Ce répertoire fournira des renseignements précis sur la place que nos ennemis s'étaient faite chez nous, sur la nature et le détail des articles qu'ils importaient dans notre pays, sur les Usines et les Maisons de vente qu'ils y avaient installées. Ces renseignements y seront classés par ordre alphabétique de noms et de professions, comme dans les Annuaires de Commerce, afin que le lecteur trouve réuni, sous une même rubrique, tout ce qui est relatif à une branche d'industrie déterminée.

Le prix de l'Annuaire a été fixé à 4 fr en souscription et à 5 fr après publication.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

FORCE MOTRICE. — **Sur les modifications des coups de bélier dans les conduites d'épaisseur et de diamètre variables**; Denis EYDOUX (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 septembre 1916, t. CLXIII, p. 265-269, 1200 mots).

L'utilisation des forces hydrauliques en Suisse; G. ANFOSSI (*Elettrotecnica*, 25 août 1916, p. 537-542). — Communication faite à la section de Gênes de l'Associazione Elettrotecnica Italiana, en avril 1916). Aperçu général de l'évolution accomplie en Suisse par l'utilisation des forces hydrauliques, de son état actuel et de la quantité des forces encore disponibles.

Les progrès des générateurs de vapeur de 1882 à 1916; D. WILSON (*Elecrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 840-843, 4600 mots, 2 fig.).

La manutention mécanique du charbon par l'électricité; H.-H. BROUGHTON (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 843-851, 6300 mots, 16 fig.).

L'emploi simultané des moteurs à gaz et des moteurs à pétrole; Geoffroy PORTER (*Electrical Review*, 8 septembre 1916, vol. LXXIX, p. 260, 2100 mots, 1 fig.). Communication à la Diesel Engine Users' Association.

Considérations sur la transformation de l'énergie dans un turbo-alternateur; P. NORMIER (*Industrie électrique*, 10 septembre 1916, p. 325-329, 4000 mots).

GÉNÉRATRICES ÉLECTRIQUES. — **Le rôle des pôles supplémentaires dans les machines à courant continu** (*Industrie électrique*, 25 mars 1916, t. XXV, p. 105-110, 3700 mots, 17 fig.).

Les machines dynamo-électriques de 1878 à 1916; Miles WALKER (*Electrician* 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 817-826, 5500 mots, 8 fig.).

TRANSFORMATEURS, ETC. — **La connexion en triangle ouvert des transformateurs**; J.-B. GIBBS (*Electrican*, 1er septembre 1916, vol. LXXVII, p. 727-729, 2800 mots, 9 fig., 5 tab.; d'après *Electric Journal*).

Redresseur à mercure pour la charge des petites batteries d'accumulateurs; C.-M. GREEN (*General Electric Review*, septembre 1916, vol. XIX, p. 805-807, 800 mots, 6 fig., 1 tab.).

PILES ET ACCUMULATEURS. — **Quelques accumulateurs du passé**; Frank CRAWTER (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 829-831, 3650 mots).

USINES D'ÉLECTRICITÉ. — **Améliorations apportées à l'usine thermo-électrique de la Chiapella**; A. SAVOIA (*Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, 15 août 1916, vol. X, p. 66-70, 2500 mots, 3 pl.).

Usine hydro-électrique sur la rivière Pescara (Italie) (*Electrician* 8 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 758, 1700 mots, 3 fig.; d'après *E. T. Z*, 1916).

L'usine génératrice d'énergie électrique de Vladivostok (*Industrie électrique*, 10 juin 1916, t. XXV, p. 212-216, 2 500 mots, 2 fig., 5 tab.; extrait de *Electritchestwo*, de mars 1913 et novembre 1915).

Usine hydraulico-électrique à commande automatique (*Industrie électrique*, 10 septembre 1916, vol. XXV, p. 322, 475 mots; d'après *Electrical World*).

La centralisation des moyens de production de l'électricité dans les usines de Chicago; L.-A. FERGUSON (*Industrie électrique*, 25 juillet 1916, vol. XXV, p. 262-263, 1200 mots, 1 tab.; extrait de *Electrical World*).

Le développement des usines génératrices d'électricité; P.-V. HUNTER (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 838-840, 3500 mots, 1 fig.).

L'emploi rationnel d'une usine de secours; Carroll H. SHAW (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 199, 475 mots; résumé d'un article de *Electrical World*).

L'emploi rationnel d'un groupe synchrone; Frank-C. TAYLOR (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 199, 475 mots; résumé d'un article de *Electrical World*).

Les effets du progrès industriel sur l'amortissement des machines (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 183, 150 mots).

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review* Schenectady. — *J. I. E.E.* : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Les rapports de l'usine centrale avec les aciéries; K.-A. PAULY (*Industrie électrique*, 10 septembre 1916, vol. XXV, p. 343, 1300 mots; extrait de *General Electric Review*).

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

La distribution de l'énergie électrique; Charles H. MERZ (*Engineering*, 15 septembre 1916, vol. CII, p. 262, 2400 mots; *Electrician*, 22 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 915-916, 3500 mots). Extraits d'une communication à la section G de la British Association, à Newcastle.

La distribution de l'énergie pour usages domestiques considérée au point de vue commercial et au point de vue technique; Carl-H HOGE et Edgar-R. PERRY (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1273-1280, 1200 mots, 6 tab.).

La théorie des ondes électriques dans les lignes de transmission, 4e partie; J. MURRAY-WEED (*General Electric Review*, septembre 1916, vol. XIX, p. 793-797, 2000 mots, 10 fig.).

Caractéristiques d'admittance des ondes de force électromotrice de diverses formes; Frederick BEDELL (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1171-1186, 4900 mots).

La remise en service après interruption forcée; RICKETTS (*P. A. I. E. E.*, septembre 1916, vol. XXXV, p. 1389-1394, 2400 mots). Discussion sur la communication parue dans les *P. A. I. E. E.* de juin 1916.

L'application des formules de transmission téléphonique au problème de l'effet de surface; G.-W.-O. HOWE (*Electrician*, 1er septembre 1916, vol. LXXVII, p. 739-741, 1900 mots, 3 fig.). Résumé d'une communication à l'Institution of Electrical Engineers.

Inductance des conducteurs situés à très faible distance; F.-B. SILSBEE (*Electrician*, 29 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 945-946, 1100 mots, 1 fig., 3 tab.; d'après *Electrical World*).

Un dispositif automatique de mise à la terre; Paul THIEME (*Electrician*, 1er septembre 1916, vol. LXXVII, p. 726-727, 1850 mots, 1 fig.; d'après *E. T. Z.*, 1916).

Les dispositifs de protection contre la foudre et les surtensions (*P. A. I. E. E.*, septembre 1916, vol. XXXV, p. 1395-1409, 5600 mots). Discussions de plusieurs communications sur ce sujet publiées dans les *P. A. I. E. E.* de juin 1916.

Les conducteurs en acier pour lignes de transmission; H.-B. DWIGHT (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1259-1272, 3200 mots, 8 fig., 3 tab.).

Essais des isolateurs défectueux sur les lignes de transmission à haute tension; B.-G. FLAHERTY (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1221-1235, 4500 mots, 4 fig., 5 tab.).

La rupture des isolateurs sous l'influence des surtensions; W.-D. PEASLEE (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1237-1244, 3200 mots, 17 fig.).

Les installations extérieures modernes; M. SAMUELS (*Industrie électrique*, 25 juillet 1916, vol. XXV, p. 276, 457 mots; extrait de *Electrical World*).

Les systèmes de distribution souterrains; C.-J. NEWTON (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1193-1208, 4500 mots, 3 fig.).

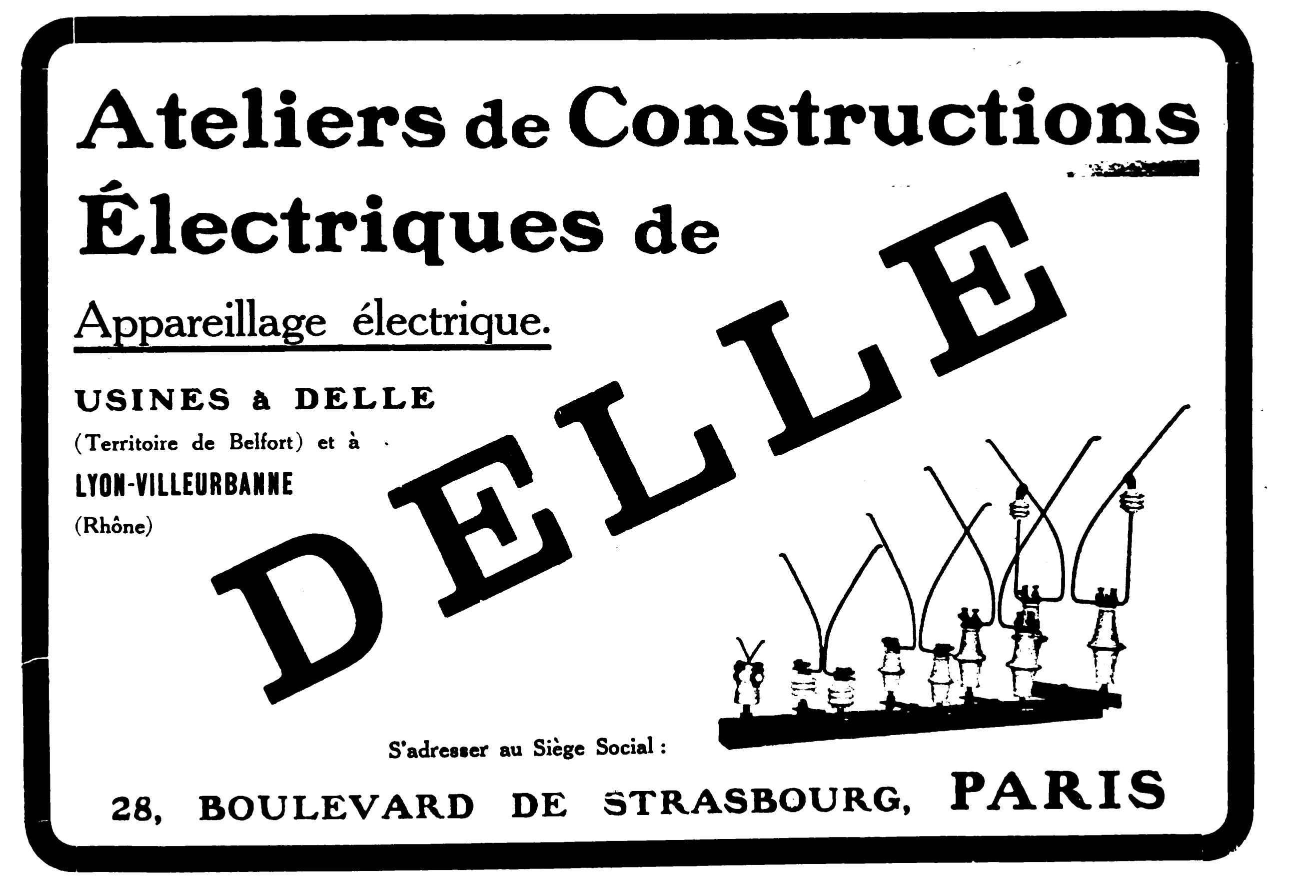
L'échauffement des câbles isolés sous plomb; Richard-C. POWELL (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1281-1306, 7000 mots, 5 fig., 3 tab.).

Les câbles de distribution de l'énergie électrique; C.-J. BEAVER (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 826-829, 4500 mots).

Sur un mode d'installation des barres-omnibus; George-P. ROUX (*General Electric Review*, septembre 1916, vol. XIX, p. 755-757, 1250 mots, 6 fig.).

Utilisation du moteur synchrone d'un garage d'automobiles pour améliorer le facteur de puissance de sa ligne; Franck-C. TAYLOR (*Electrical World*, 14 mars 1916; *Lumière électrique*, 8 juillet 1916, p. 41-42).

L'induction des lignes de transmission d'énergie sur les lignes téléphoniques; A.-H. GRISWOLD et R.-W. MASTICK (*P. A. I. E. E.*, septembre 1916, vol. XXXV, p. 1339-1375, 3100 mots, 10 fig., 3 tab.).



Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est

Société Anonyme au Capital de **30.000 000 de Francs.**

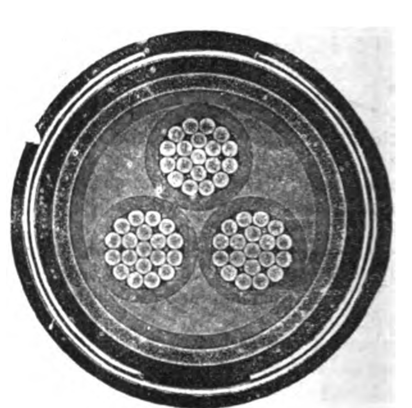
CABLERIE DE JEUMONT (NORD)

SIÈGE SOCIAL : *75, boulevard Haussmann, PARIS*

AGENCES :



PARIS : 75, *boul. Haussmann.*
LYON : 168, *avenue de Saxe.*
TOULOUSE : 20, *Rue Cujas.*
LILLE : 34, *rue Faidherbe.*
MARSEILLE : 8, rue des Convalescents.
NANCY : 11, boulevard de Scarpone.
BORDEAUX : 52, Cours du Chapeau-Rouge.
NANTES : 18, *Rue Menou.*
ALGER : 45, *rue d'Isly.*
St-FLORENT (Cher) : *Mr Belot.*
CAEN (Calvados) : 37, rue Guilbert.



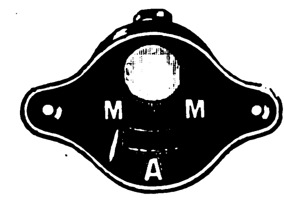
CABLES ARMÉS ET ISOLÉS A HAUTE ET BASSE TENSION

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRIVOLAS

PARIS 1900, SAINT-LOUIS 1904, Médailles d'Or
LIÉGE 1905, Grand Prix.
MILAN 1906, 2 Grands Prix

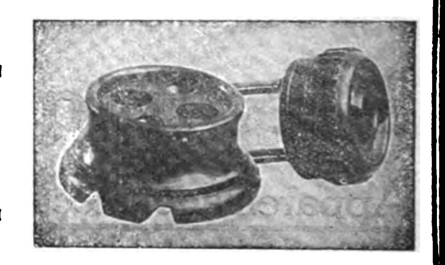
Société anonyme au Capital de 3 500 000 francs
Siège social : 14 et 16, rue Montgolfier, PARIS

LONDRES 1908, Membre du Jury.
BRUXELLES 1910, Grand Prix.
TURIN 1911. H.-C. Memb. du Jury
GAND 1913, Grand Prix.



Téléphones : **ARCHIVES, 30,55**
— 30,58
— 13,27
Télégrammes : **Télégrive-Paris.**

APPAREILLAGE pour HAUTE TENSION
APPAREILLAGE pour BASSE TENSION
APPAREILLAGE de CHAUFFAGE
par le procédé QUARTZALITE, système O. BASTIAN
Breveté S. G. D. G.
Accessoires pour l'Automobile et le Théâtre.
MOULURES et ÉBÉNISTERIE pour l'ÉLECTRICITÉ
DÉCOLLETAGE et TOURNAGE en tous genres.
MOULES pour le Caoutchouc, le celluloid, etc.
PIÈCES moulées en ALLIAGES et en ALUMINIUM
PIÈCES ISOLANTES moulées pour l'ÉLECTRICITÉ
en ÉBÉNITE (bois durci), en ÉLECTROINE.

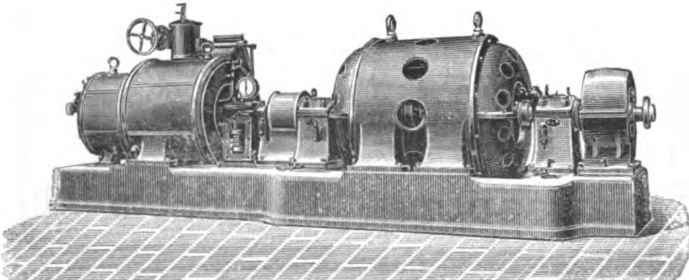


ANCIENS ÉTABLISSEMENTS SAUTTER-HARLÉ

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 8.000.000 DE FRANCS

(Société HARLÉ ET Cie transformée) ✱ **26, avenue de Suffren, PARIS (XVe)**

Téléphone : **Saxe 11-55**



GROUPES ÉLECTROGÈNES
TURBO-MACHINES
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
POMPES — COMPRESSEURS
APPAREILS DE LEVAGE

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

Les harmoniques de rang élevé des moteurs d'induction provenant du mode d'enroulement; A.-H. MITTAG (*Electrician*, 29 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 953-954, 1700 mots, 3 fig.; d'après *General Electric Review*).

Considérations sur le réglage par rhéostats (*Industrie électrique*, 25 juin 1916, vol. XXV, p. 311-315, 3200 mots, 3 fig.).

Grues électriques de cinq tonnes pour chantiers de construction de navires (*Engineering*, 21 juillet 1916, p. 54). — Ces grues sont en usage aux Chantiers N. Odero, à Foce, près Gênes. Elles se composent d'un pivot vertical tournant dans une charpente en treillis de 28 m de hauteur; à 34 m du sol ce pivot porte un bras horizontal de 35 m de long sur lequel se déplace le chariot porte-charge; ce bras est prolongé de 17,5 m, de l'autre côté du pivot et ce prolongement supporte un contrepoids et la cabine de manœuvres. La descripion de ces grues est accompagnée de 2 planches contenant 10 figures.

Une nouvelle méthode de freinage des grues; E. LUFT (*Electrician* 29 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 949-950, 2300 mots, 2 fig d'après *E. T. Z.*, 1916).

Élévateur à chaînes pour le transport et la mise en place des madriers et des planches (*Electrical World*, 1er avril 1916, p. 783; *Industrie électrique*, 10 juill. 1916, vol. XXV, p. 244) — Cet élévateur, construit par les Seattle Machine Works, d'après les plans de Henry C. Hilk e,est principalement utilisé pour la mise en piles des planches et madriers; il permet de faire des piles très régulières et d'une grande hauteur ce qui facilite le séchage du bois et économise le terrain nécessaire. Il se compose d'une armature en poteaux-treillis de 7,2 m à 12 m suivant les besoins, se déplaçant sur une voie quelconque. Cette armature porte un conveyeur à chaîne qu'un moteur électrique peut entraîner dans un sens ou dans l'autre, à la vitesse de 10 m : min. Deux hommes placent les madriers sur les degrés ou consoles successives de la chaîne, qui les élève jusqu'au sommet de la pile de bois, où deux hommes les reçoivent et les mettent en place.

La commande électrique dans l'industrie : les caractéristiques d'accélération des pompes et ventilateurs centrifuges; B.-W. JONES (*General Electrical Review*, août 1916, p. 703-705). — L'auteur a pris comme exemple la commande des appareils centrifuges en vue de montrer comment l'appareil de démarrage doit être conçu suivant la nature du travail requis.

La métallurgie considérée au point de vue de l'ingénieur électricien (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 869-870, 2200 mots, 4 fig.).

Égalisation de la charge des machines d'extraction électriques; P. NORMIER (*Industrie électrique*, 25 août 1916, vol. XXV, p. 305-308, 2200 mots, 7 fig.).

La commande électrique dans l'industrie de la confection en Amérique (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 183, 250 mots).

Adaptation du moteur synchrone à la commande de la machinerie pour le travail du caoutchouc (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 198, 950 mots).

L'emploi de la force motrice électrique dans la menuiserie (*Industrie électrique*, 10 juin 1916, vol. XXV, p. 204, 350 mots).

Progrès réalisés dans l'application de l'électricité à la scierie (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 182, 475 mots).

Travail et traitement du bois. L'utilisation de la sciure et des débris de bois (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 182, 475 mots, 1 tab.; d'après *Electrical World*).

L'électricité dans les fabriques de briques et de tuiles (*Industrie électrique*, 25 août 1916, vol. XXV, p. 303-304, 1300 mots).

L'électricité dans les chambres de réfrigération (*Industrie électrique*, 25 août 1916, vol. XXV, p. 304, 200 mots).

État actuel du labourage électrique; GIOVACCHINO BANTI (*Elettri-*

vista, 1er et 15 septembre 1916, vol. V, 3e série, p. 129-134, 4300 mots, 10 fig. et p. 137-142, 4500 mots, 5 fig.).

TRACTION.

La traction électrique: H.-F. Parshall (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 824-826, 3650 mots).

A propos de l'électrification des chemins de fer; Carlo Velardi (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 septembre 1916, p. 604-607, 4500 mots).

La traction à courant continu à haute tension; Clarence Renshaw (*Industrie électrique*, 25 juillet 1916, vol. XXV, p. 277-279. 1300 mots; extrait des *P. A. I. E. E.*).

Discussion sur les chemins de fer à courant continu à haute tension; Renshaw (*P. A. I. E. E.*, août 1916, vol. XXXV, p. 1307-1337, 1400 mots; voir la Communication dans les *P. A. I. E., E.* d'avril 1916).

La génération de l'énergie pour les chemins de fer électriques: Henry-G. Stott (*Electrician*, 8 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 766-768, 3500 mots, 8 fig.). Extrait d'une communication à l'American Electric Railway Association.

Recherches expérimentales sur l'effet de surface dans les rails d'acier; A.-E. Hennelly, F.-H. Achard et A.-S. Dana (*Journal of the Franklin Institute*, août 1916, vol. CLXXXII, p. 135-190, 14000 mots, 29 fig., 3 tab.; l'article est suivi d'une liste des symboles employés et d'une bibliographie).

Notes sur les courants vagabonds des réseaux de tramways; G.-H. Ahlborn (*Technologic paper of Bureau of Standards* no 75, résumé dans *Journal of the Franklin Institute*, août 1916, vol. CLXXXII, p. 255-257, 450 mots).

Méthode à suivre pour l'étude des détériorations électrolytiques causées par les tramways; Burton Mc Collum et G.-H. Ahlborn (*Technologic paper of Bureau of Standards* no 28, résumé dans *Journal of the Franklin Institute*, août 1916, vol. CLXXXII, p. 253-255, 750 mots).

Le rendement des automotrices électriques; J.-F. Layng (*General Electric Review*, septembre 1916, vol. XIX, p. 758-763, 3200 mots, 7 fig.).

Locomotives à groupe électrogène sur la ligne de Minneapolis à Menkato (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 193-194, 1100 mots).

La traction électrique des trains de marchandises en Angleterre sur le North Eastern Railway (*Industrie électrique*, 10 septembre 1916, vol. XXV, p. 322, 475 mots).

L'électrification de la ligne du Gothard (*Electrical Review*, 15 septembre 1916, vol. LXXIX, p. 289-290, 1100 mots, 2 fig.; d'après *Electric Railway Journal*).

Electrification du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway (*The Tramway and Railway World*, 14 septembre 1916, vol. XL, p. 169-178, 4500 mots, 14 fig.).

Le transport électrique du charbon dans les mines; William P. Little (*General Electric Review*, août 1916, vol. XIX, p. 693-702, 560 mots, 15 fig.; septembre 1916, p. 776-784, 6400 mots, 1 fig.).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Historique de la télégraphie terrestre; H.-H. Harrison (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 798-800, 4500 mots).

Historique des câbles sous-marins; Charles Bright (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 801-807, 7200 mots, 15 fig.).

Augmentation du trafic sur les lignes télégraphiques (*Industrie électrique*, 10 juin 1916, vol. XXV, p. 219-220, 950 mots, 3 fig.; d'après *Electrical Review*).

La vitesse de transmission dans les câbles sous-marins; Edward-Raymond Barker (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 808-811, 6400 mots, 2 fig.).

Historique du téléphone; J.-E. Kingsbury (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 812-814, 5300 mots).

La téléphonie à longue distance; B.-S. Cohen (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 812-817, 3600 mots, 4 tab.).

Revue rétrospective de 20 années en radiotélégraphie; J.-A. Fleming (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 831-836, 7200 mots, 6 fig.).

Remarques sur l'emploi du courant continu à haute tension pour la télégraphie et la téléphonie sans fil; A. Blondel (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXII, 27 mars 1916, p. 453-458, 2000 mots).

Emploi de la télégraphie sans fil pour la communication entre usines et sous-stations d'un réseau (*Industrie électrique*, 10 juin 1916, vol. XXV, p. 202, 475 mots; d'après *Electrical World*).

Détermination de la différence de longitude entre les Observatoires de Paris et Washington; B. Baillaud (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXII, 13 juin 1916, p. 899-903, 2000 mots).

APPLICATIONS THERMIQUES.

Importance du rendement dans le problème du chauffage électrique; M. Semenza (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 septembre 1916, p. 608, 1200 mots).

Quelques remarques sur le chauffage et la cuisine électriques; H.-B. Pierce (*P. A. I. E. E*, août 1916, vol. XXXV, p. 1209-1219, 2900 mots, 10 fig.).

État actuel du chauffage électrique et son développement futur *Industrie électrique*, 10 septembre 1916, vol. XXV, p. 329-335, 4700 mots, 14 fig.).

Les applications industrielles du chauffage électrique (*Industrie électrique*, 25 juillet 1916, vol. XXV, p. 264, 350 mots).

Soudure électrique (*Industrie électrique*, 10 septembre 1916, vol. XXV, p. 339-340, 1200 mots, 1 fig.).

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Sur le principe de la moindre action en électrodynamique; G.-H. Livens (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 195-200, 2100 mots).

Les courants alternatifs, leurs principes expliqués et leur calcul effectué sans l'emploi de fonctions hyperboliques; H.-B. Kempe (Edité chez Crosby Lockwood and Son, Londres, p. VIII + 83, prix 3 s 6 d net. — Bibliographie dans *Electrician*, 1er septembre 1916, vol. LXXVII, p. 739).

La cause de la faiblesse de la constante diélectrique dans les champs de haute fréquence; W.-M. Thornton (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 242-248, 2100 mots, 1 fig.).

Dilatation électrique des isolants solides dans le sens normal à un champ électrostatique; L. Bouchet (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 14 août 1916, p. 169-171, 800 mots).

Sur l'absorption des gaz dans les tubes à vide; S. Brodetsky et B. Hodgson (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 239, 300 mots).

Sur l'absorption électrique des gaz dans les tubes à vide; L. Vegard (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 239-242, 1200 mots).

La décharge dans les gaz sous hautes pressions; Lord Rayleigh (*Philosophical Magazine*, août 1916, 4e série, t. XXXII, p. 177-187, 4200 mots, 1 fig.).

Sur l'énergie magnétique mutuelle de deux charges en mouvement; A. Anderson (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, t. XXXII, p. 190-194, 1500 mots, 3 fig.).

L'effet Hall et l'effet Corbino; Albert-K. Chapman (*Philosophical Magazine*, septembre 1916, 6e série, t. XXXII, p. 303-326, 5000 mots, 9 fig., 15 tab.).

Sur l'effet Hall et les phénomènes connexes; G.-H. Livens (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, t. XXXII, p. 200-201, 600 mots).

Sur la vitesse des rayons cathodiques secondaires émis par un gaz sous l'influence des rayons cathodiques de grande vitesse; M. Ishino (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, t. XXXII, p. 202-222, 5000 mots, 6 fig., 4 tab.).

L'écartement des particules α; W. Makower (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 222-226, 1300 mots, 3 fig.).

Le rendement de la transformation du radium C en radium D;

W. Makower (*Philosophical Magazine*, août 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 226-229, 1100 mots, 1 fig., 1 tab.).

Mesure thermo-électrique des points critiques du fer; George-K. Burgess et H. Scott (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 10 juillet 1916, p. 30-32, 600 mots, 1 fig.).

Les vapeurs fluorescentes et leurs propriétés magnéto-optiques; L. Silberstein (*Philosophical Magazine*, septembre 1916, 6e série, vol. XXXII, p. 265-282, 6500 mots, 1 tab.).

La variation diurne des grandeurs électriques atmosphériques; E.-H. Nichols (*Philosophical Magazine*, septembre 1916, 6e série, t. XXXII, p. 282-297, 2900 mots, 3 fig., 4 tab.).

L'entraînement des ondes lumineuses et les phénomènes solaires; P. Zeeman (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 11 septembre 1916, p. 269-271, 600 mots).

Mesure directe de la vitesse axiale de l'eau dans l'expérience de Fizeau; P. Zeeman (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 4 septembre 1916, p. 235-236, 550 mots).

VARIÉTÉS.

Les étapes du progrès en électricité; W.-R. Cooper (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 793-796, 5500 mots).

Quelques notes sur les développements récents de la technique électrique; Col-R.-E. Crompton (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 795-798, 3650 mots).

Rapport du Comité du Privy Council, sur les recherches scientifiques et l'organisation industrielle (*Electrician*, 8 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 768-770, 4100 mots, p. 772, 1700 mots; 15 septembre, p. 885-886, 1800 mots, 1 tab.).

La recherche technique; J. Swinburne (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 836-838, 3700 mots).

Le problème de l'enseignement technique; D. Civita (*Elettrotecnica*, vol. III, 15 septembre 1916, p. 587, 1300 mots).

Sur la réorganisation des écoles professionnelles techniques; F. Lori (*Elettrotecnica*, vol. III, 25 octobre 1916, p. 658-662). Discussion présentée à la vingtième réunion annuelle de l'Associazione Elettrotecnica Italiana, à Firenze, les 28-31 octobre 1916.

La nation, l'apprenti et le technicien général; R.-Mullineux Walmoley (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 871-873, 5500 mots).

L'instruction des apprentis; A.-P.-M. Fleming (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 874-877, 7000 mots).

Petri Peregrini Maricurtensis, auteur du « De magnete » inventeur de la boussole à aimant flottant et à aimant sur pivot; P.-F. Mottelay (*Electrical Review*, 1er sept. 1916, vol. LXXIX, p. 247, 1300 mots).

La précipitation par l'électricité des fumées et poussières; Albert-P. Hill (*Industrie électrique*, 25 juin 1916, vol. XXV, p. 318, 800 mots; extrait de *Electrical World*).

Les récents progrès dans le domaine des rayons X et la radiographie; G.-W.-C. Kaye (*Electrician*, 15 septembre 1916, vol. LXXVII, p. 861-866, 7200 mots, 11 fig.).

Instruments de chirurgie adaptés au champ de l'électro-vibreur; J. Bergonié et Ch.-Ed. Guillaume (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIII, 31 juillet 1916, p. 117-118, 400 mots).

Le mode d'action de la radiation ultraviolette dans la stérilisation; W.-E. Burge (*Journal of the Franklin Institute*, août 1916, vol. CLXXXII, p. 264-265, 450 mots). Note du laboratoire de recherches Nela.

L'industrie du platine en Russie (*Industrie électrique*, 25 mai 1916, vol. XXV, p. 187-188, 1150 mots; d'après le journal russe *Novoïé Vremia* du 4 mars 1916).

Effet de l'air sur l'huile des transformateurs (*Industrie électrique*, 25 juin 1916, t. XXV, p. 223, 400 mots).

Modes et appareils de traitement de l'huile des transformateurs à haute tension (*Industrie électrique*, 25 juin 1916, vol. XXV, p. 235-236, 1900 mots).

Propriétés et utilisations du sélénium (*Industrie électrique*, 10 mai 1916, vol. XXV, p. 165-169, 2800 mots, 12 fig.; 25 mai, p. 188-190, mots, 2 fig., 2 tab.).

Le cahier des charges d'une concession électrique et l'approbation par décret; P. Bougault (*Lumière électrique*, 23 septembre 1916, t. XXXIV, p. 297-300, 2200 mots).

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

Syndicat professionnel des Industries Électriques.

S'adresser : 9, rue d'Édimbourg, Paris.

Voir les renseignements donnés page 338 *relativement au service de placement.*

OFFRES D'EMPLOIS.

188. Bobiniers, ajusteurs, électricien plombier.
189. Électricien connaissant la réparation des moteurs.
191. Un monteur.
192. Un métreur (conviendrait à ouvrier réformé pouvant faire travaux écritures).
203. Contremaîtres, ajusteurs, tourneurs, outilleurs techniciens.
204. Un magasiuier.
205. Un ingénieur bien au courant des installations à haute tension pour études d'installations industrielles. — Inspecteurs bien au courant des essais des machines électriques et des compteurs pour contrôle des installations industrielles.
206. Bons monteurs, sonnerie, téléphonie. — Monteurs lumière.
207. Un ingénieur pour service commercial.
208. Un bobinier, deux bobineuses connaissant le bobinage des dynamos.
218. Hommes de peine (mutilés de la guerre).

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

(*S'adresser, 27, rue Tronchet.*)

OFFRES D'EMPLOIS.

On demande : Ingénieur connaissant bien l'essai des machines électriques, bons bobiniers, bons ajusteurs, électricien plombier.

DEMANDES D'EMPLOI.

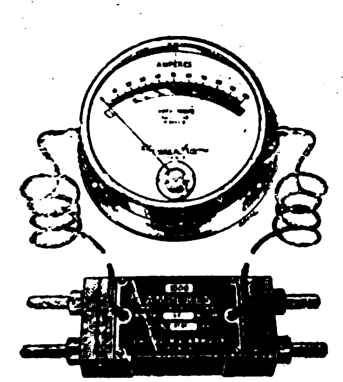
2737. Ingénieur électricien au courant de la direction technique et commerciale d'un secteur demande place.

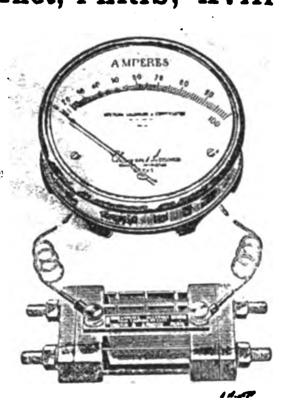
2750. Ingénieur disposant de quelques heures par jour demande travaux d'études, projet de distribution, installation de réseaux, etc.

2755. Directeur technique et commercial d'une Société d'électricité dans les départements envahis recherche situation analogue en province.

AVIS

Le maire de Toulouse informe les entrepreneurs et ingénieurs spécialistes qu'un concours est ouvert en vue de l'aménagement d'une usine hydraulique sur la Garonne. La dépense prévue est de 1 150 000 francs. Le concours sera clos le mardi 2 janvier 1917. Pour le programme du concours s'adresser à M. Pendaries, ingénieur en chef du département de la Haute-Garonne, 4, rue de la Madeleine, à Toulouse.





TABLE

RE

13e Année. — TOME XXVI. N° 312 VENDREDI 15 DECEMBRE 1916.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN

L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE
ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ;
CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

Publiée sous la direction de J. **BLONDIN**, Agrégé de l'Université, RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de

MM. ARMAGNAT, BECKER, BOURGUIGNON, COURTOIS, DA COSTA, JUMAU,
GOISOT, J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT, RAVEAU, TURPAIN, etc.

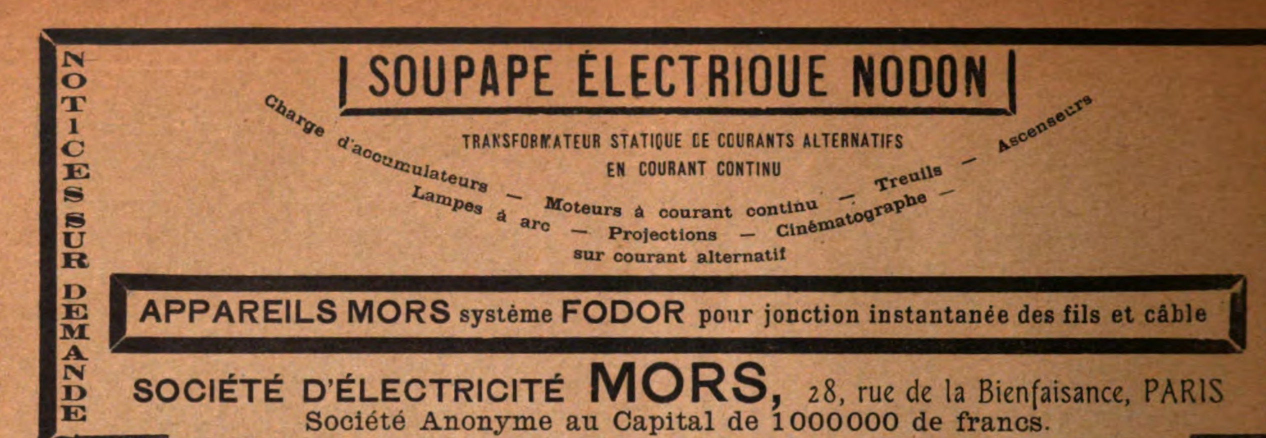
PARIS, GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS

Administration :
GAUTHIER-VILLARS et Cie
55, Quai des Grands-Augustins, 55.

Rédaction :
J. BLONDIN
171, Faubourg Poissonnière, 171.

La Revue paraît le 1er et le 3e vendredi de chaque mois.

ABONNEMENT. Paris : 25 fr. — Départements : 27 fr. 50. — Union postale : 30 fr. — Le Numéro : 1 fr. 50.





Société "ELECTRO-CABLE"

Anciens Etablissements DEBAUGE & Cie

(FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES)

2, Rue de Penthièvre, Paris

Téléphones ELYSÉES 49-42 et 49-43

Fils et Câbles Electriques

USINE A PARIS

DÉPOTS A :

ALGER, BORDEAUX, LILLE, LYON, MARSEILLE, NANCY, NICE, ROUEN & TOULOUSE

Société Française GARDY

ARGENTEUIL (S.-&-O.)

Usines : ARGENTEUIL, ESTERNAY, BELLEGARDE

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
PORCELAINES & FERRURES
MATIÈRE ISOLANTE MOULÉE

Coupe-Circuits " GARDY " Breveté

Interrupteurs et Commutateurs " GARDY "

Rosaces = Suspensions = Douilles

Prises de Courant - Griffes, etc.

Matériel Étanche

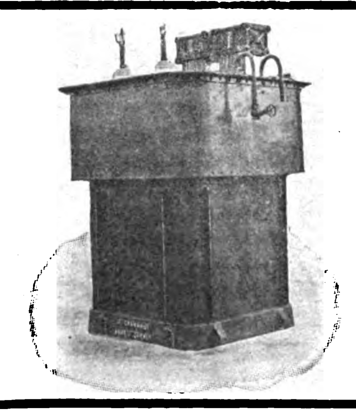
Poulies et Isolateurs - Supports et Ferrures

Appareillage Haute Tension

Notre nouvel Interrupteur Étanche N° 2575 est en stock



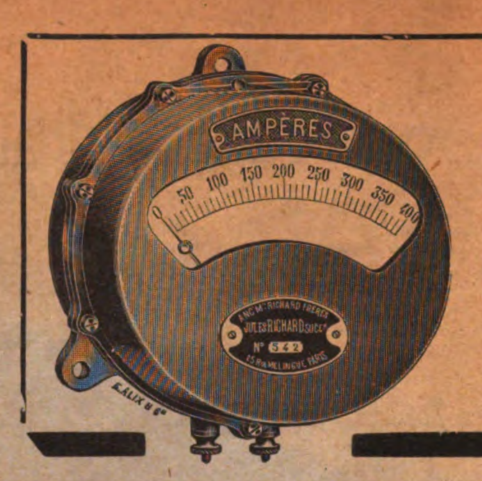
C'est le meilleur Interrupteur Étanche N° 2575 Construction robuste et soignée





LAMPE "Z"

FABRICATION FRANÇAISE



MESURES ÉLECTRIQUES

ENREGISTREURS

RICHARD

Envoi du catalogue.

25, RUE MÉLINGUE, PARIS.

Ancienne Maison RICHARD, Frères

MODÈLES absolument APÉRIODIQUES pour TRACTION ÉLECTRIQUE

GEOFFROY & DELORE

Téléph. 1re ligne · Marcadet 03-71 — 28, rue des Chasses, à CLICHY (Seine). — Téléph. 2e ligne · Marcadet 11-58





PARIS 1900 : GRAND PRIX

CABLES ET FILS ISOLÉS

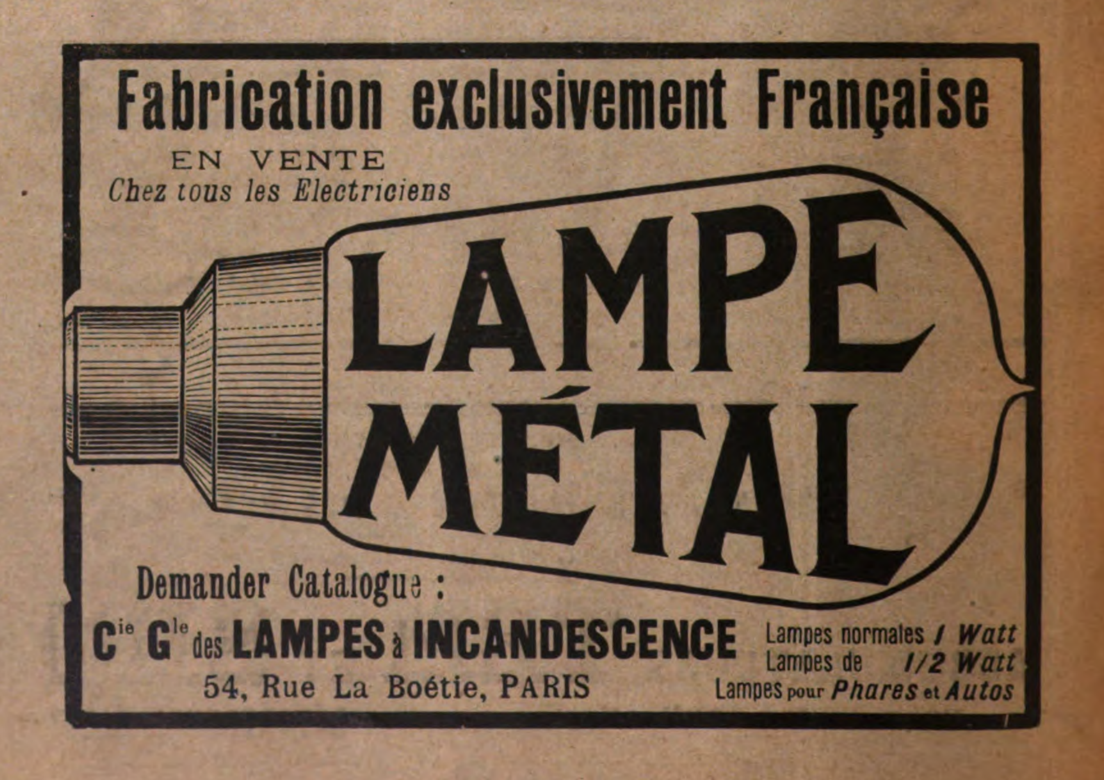
pour toutes les applications de l'électricité

Système complet de canalisations pour courant électrique continu, alternatif triphasé,

JUSQU'AUX PLUS HAUTES TENSIONS

comprenant les câbles conducteurs, les boîtes de jonction, de branchements d'abonnés, d'interruption, etc., etc.

De très importants réseaux de câbles souterrains armés de notre système fonctionnant à 30000, 15000, 13500, 10000, 5000 volts et au-dessous sont actuellement en marche normale. Des références sont envoyées sur demande.





Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET Cie, quai des Grands-Augustins, 55.

57020 — *Le Gérant* GAUTHIER-VILLARS.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111039860